



Ch. o. 115 C

6/2. 17

Vollständiges
Taschenbuch
der
theoretischen Chemie

zur
schnellen Uebersicht
und
leichten Repetition
bearbeitet

von
Dr. C. G. Lehmann.



Leipzig,
bei Friedrich Volckmar.

1840.

Vollständiges

Taschenbuch

theoretischen Chemie

von

schmeller'schen Uebersicht



Dr. C. C. Lehmann

Leipzig.

bei Friedrich Volkmar.

1840.

V o r w o r t.

Bereits seit einigen Jahren damit beschäftigt, Vorträge über Chemie zu halten, und mit diesen häufig Repetitionen zu verknüpfen, ward der Verfasser von einigen Freunden, so wie vom Herrn Verleger veranlasst, einen Abriss der Chemie insbesondere zum Behufe des Repetirens zu schreiben, in der Weise, wie das Taschenbuch für Anatomie zu gleichem Zwecke von Pr. Dr. Bock bearbeitet ist. Die Tendenz vorliegenden Werkchens kann und soll daher keine andere sein, als die, dem Studirenden die Repetition in der Chemie zu erleichtern, ohne desshalb der wissenschaftlichen Betrachtung derselben Eintrag zu thun. Demnach ging das Streben des Verfassers bei Abfassung dieses Taschenbuchs zunächst dahin, ähnliche Körper, ähnliche Erscheinungen und Thatsachen möglichst zusammenzustellen, theils um Unterschiede zwischen ähnlichen Erfahrungen um so mehr hervorzuheben, theils um so den Anfänger von selbst auf allgemeine Sätze und Regeln hinzuleiten. Gerade das Generelle ist es, was nach des Verfassers Erfahrungen von dem Anfänger häufig in der Chemie vermisst wird, und ihm das Studium dieser Disciplin mehr als blosses Gedächtnissache erscheinen lässt. Die Anordnung der einzelnen abgehandelten Gegenstände macht dagegen nicht auf eine systematische Zusam-

menstellung Anspruch, da eine systematische Behandlung naturwissenschaftlicher Disciplinen für den Anfänger meist nicht eine logische ist; sondern die hier gegebene Aufeinanderfolge der einzelnen Gegenstände ist eine solche, wie sie der Verfasser für den Anfänger am passendsten zum Verständniss und zur Erlernung der Chemie gefunden zu haben glaubt. Da nach der ganzen Tendenz dieses Werkchens vorausgesetzt werden durfte, dass der Studirende bereits Vorträgen über Chemie, die natürlich nicht ohne Experimente gedacht werden können, beigewohnt und demnach schon einige Kenntniss der in der Chemie am häufigsten vorkommenden Apparate und Versuche erlangt habe, so konnte nicht nur die genauere Beschreibung der chemischen Apparate und Experimente übergangen werden, sondern es durfte auch erlaubt scheinen, dem Ganzen zugleich die Grundzüge der analytischen Chemie, gleichsam anmerkungsweise, einzuverweben. Bei der Kürze dieses Abrisses hofft der Verfasser jedoch nichts Wesentliches übergangen zu haben, was zur allgemeinen Kenntniss der Chemie und ihrer Principien beitragen könnte. Ist es dem Verfasser gelungen, dem Anfänger wenigstens einige Erleichterung beim Studium der Chemie gegeben zu haben, so ist der Zweck dieses Werkchens erreicht.

Im Januar 1840.

Inhalt.

Anorganische Chemie.	Seite.
Allgemeine Chemie	1
Chemische Verwandtschaften	2
Stöchiometrie	4
Mischungsgewichte	6
Atomistische Theorie	9
Volumentheorie	12
Isomorphismus	17
Electrochemische Theorie	18
Specielle Chemie	22
Sauerstoff	22
Verbrennung	23
Säure, Base, Salz	28
Wasserstoff	29
Kohlenstoff	31
Stickstoff	35
Chlor, Brom, Jod	39
Fluor	44
Schwefel, Selen	45
Phosphor, Arsen	51
Bor, Kiesel	57
Allgemeine Betrachtungen über die Metalle und ihre Verbindungen	60
Eintheilung der Metalle	75
Kalium, Natrium, Lithium	78

	Seite.
Ammoniak	88
Baryum, Strontium, Calcium	92
Magnesium	98
Aluminium	101
Beryllium	104
Zirkonium	105
Yttrium	106
Thorium	106
Lanthanium	107
Cerium	108
Mangan	109
Eisen	113
Kobalt, Nickel	121
Zink, Kadmium	124
Blei	128
Wismuth	131
Uran	133
Kupfer	134
Quecksilber	139
Silber	144
Palladium	149
Platin	150
Rhodium	151
Iridium	152
Osmium	154
Gold	156
Zinn	158
Spiessglanz	163
Tellur	168
Titan	170
Tantal	171
Wolfram	172
Molybdän	173

	Seite.
Vanadin	175
Chrom	176
Organische Chemie	179
Eigenschaften organischer Körper	179
Analyse organischer Körper	185
Organische Säuren	185
Essigsäure	187
Ameisensäure	190
Milchsäure	191
Weinsäure	193
Traubensäure	196
Citronensäure	197
Aepfelsäure	198
Mekonsäure	199
Chinasäure	200
Gerbsäuren	200
Bernsteinsäure	202
Benzoësäure	203
Harnbenzoësäure	203
Harnsäure	204
Pflanzenbasen	205
Alkaloide des Opiums	107
Strychnin und Brucin	208
Alkaloide der Chinarinde	208
Veratrin und Sabadillin	209
Solanin	210
Emetin	210
Nikotin	211
Indifferente Pflanzenstoffe	212
Stärkmehl	212
Gummi	214
Pflanzenschleim	214

	Seite.
Zucker	215
Fette	218
Fette Oele des Pflanzenreichs	219
Wachs	221
Thierische Fette	222
Aetherische Oele	225
Harze	232
Flüssige Harze, Balsame	234
Harte Harze	235
Schleimharze	238
Caoutchouk	240
Extractivstoffe	241
Farbstoffe	253
Rothe Farbstoffe	245
Gelbe Farbstoffe	250
Grüne Farbstoffe	251
Blaue Farbstoffe	251
Indifferente, krystallisirbare Stoffe	255
Indifferente, nicht krystallisirbare Stoffe	260
Eiweissartige Stoffe	262

Zersetzungsproducte organischer Körper 267

Zersetzung organischer Körper durch atmos-	
phärische Einflüsse	270
Weinige Gährung	272
Saure Gährung	277
Verwesung, Fäulniss, Vermoderung	279
Bekanntere Producte freiwilliger Zersetzung	285
Zersetzung organischer Körper durch Wärme	288
Destillationsproducte organischer Säuren	290
— — — der Pflanzenalkaloide	291
— — — der Fette	292
— — — der Harze	292

	Seite.
Destillationsproducte des Holzes	293
Holzsäure	294
Theer	295
Kohle :	303
Unvollkommene Verbrennung organischer Körper	308
Zersetzung organischer Körper durch chemische Agentien	311
Zusammengesetzte Radicale	311
Cyan	315
Schwefelcyan und dessen Verbindungen	329
Zersetzungsproducte des Schwefelcyans	330
Aceton	332
Alkarsin	334
Ben zin	336
Benzoyl	337
Salicyl	340
Aethyl	341
Theorie der Aetherbildung	354
Aethionsäure und Isäthionsäure	356
Aetherol, Aetherin, Weinöle	357
Acetyl	358
Methyl	361
Formyl	362

Zersetzungsproducte organischer Körper von unbestimmten Radicalen	364
Zersetzung organischer Körper durch erhöhte Temperatur und Wasser	364
Zersetzungsproducte organischer Körper durch Salpetersäure	367
Zuckersäure	368
Schleimsäure	368
Camphersäure	369
Korksäure	369

	Seite.
Zersetzungsproducte der Harnsäure durch Salpetersäure	369
Zersetzungsproducte des Indigos durch Salpetersäure	376
Zersetzung eiweissartiger Körper durch Salpetersäure	376
Einwirkung der Schwefelsäure auf organi- sche Körper	380
Zersetzungen organischer Körper durch starke Basen	381
Verseifung der Fette und ihre Producte	382
Glycerin	385
Nicht flüchtige Fettsäuren	386
Flüchtige Fettsäuren	389
Zersetzung des Proteins durch kaustische Alkalien	390

Allgemeine Chemie.

Chemie ist die Lehre von den Kräften und Gesetzen, nach welchen durchaus gleichartige Körper in ungleichartige zerlegt, und aus diesen wieder zusammengesetzt werden können. Solche Körper, die keiner Zerlegung in heterogene Theile mehr fähig sind, nennt man **E l e m e n t e**; man kennt deren 55, ihre Namen und chemischen Zeichen sind:

Aluminium Al
Antimon Sb
Arsen As
Baryum Ba
Beryll Be
Blei Pb
Boron Bo
Brom Br
Cadmium Cd
Calcium Ca
Cer Ce
Chlor Cl
Chrom Cr
Eisen Fe
Fluor F
Gold Au
Iod I
Iridium Ir
Kalium K
Kobalt Co

Kohlenstoff C
Kupfer Cu
Lanthan La
Lithium Li
Magnesium Mg
Mangan Mn
Molybdän Mo
Natrium Na
Nickel Ni
Osmium Os
Palladium Pd
Platin Pt
Quecksilber Hg
Rhodium R
Sauerstoff O
Schwefel S
Selen Se
Silber Ag
Kiesel Si
Stickstoff N

Strontium Sr
Tantal Ta
Tellur Te
Thorium Th
Titan Ti
Uran U
Vanadin V

Wasserstoff H
Wismuth Bi
Wolfram W
Yttrium Y
Zink Zn
Zinn Sn
Zirkon Zr

Chemische Verwandtschaften.

Die Kraft, welche man als Ursache chemischer Erscheinungen ansieht hat man Verwandtschaft, Affinität, genannt; diese zeigt sich in dem Streben heterogener Materien, sich in bestimmten Verhältnissen zu einem neuen homogenen Körper zu vereinigen, an dem meist die Eigenschaften seiner Bestandtheile nicht mehr wahrnehmbar sind. Die Affinität ist wie die Adhäsion und Cohäsion eine Anziehung zwischen den kleinsten Theilen der Körper bei der genauesten Berührung, unterscheidet sich aber von diesen Kräften dadurch, dass das Product dieser Anziehung ungleichartiger Theile einer mechanischen Trennung in seine Bestandtheile nicht fähig ist und diese nun in bestimmten Verhältnissen enthält. Die chemische Vereinigung und Trennung geschieht nur durch chemische Anziehungskraft; es giebt keine chemische Abstossungskraft; die chemische Trennung wird nur durch die Verschiedenheit in dem Grade der Anziehung einzelner Körper bewerkstelligt; die Erscheinungen, wo diese graduellen Unterschiede chemischer Anziehungskraft sichtbar werden, wo also chemische Trennung und Ausscheidung statt findet, schreibt man der Wahlverwandtschaft zu.

Man hat besonders drei Fälle dieser Art unterschieden, und sie genannt:

- a) einfache Wahlverwandtschaft, wenn die Verbindung zweier Körper durch das Hinzutreten eines dritten in der Art aufgehoben wird, dass der hinzutretende Körper sich mit einem der vorher verbundenen vereinigt, und so den andern aus seiner Verbindung verdrängt.

$A + B$ in Berührung mit C gebracht, bilden $A + C$, B wird ausgeschieden;

b) doppelte Wahlverwandschaft, wenn zwei aus zwei Theilen bestehende Körper, mit einander in Berührung kommend, ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen.

$A + B$ und $C + D$ geben $A + D$ und $C + B$.

c) prädisponirende Verwandtschaft, wenn ein Körper den Bestandtheil einer Verbindung nur durch Vermittlung eines dritten hinzutretenden Körpers an sich ziehen kann, so dass der andere Bestandtheil jener Verbindung ausgeschieden wird.

A ist an sich nicht fähig, den Bestandtheil C der Verbindung $B + C$ zu entreissen, erst durch das Hinzutreten des Körpers $D + E$ wird der Körper A hierzu befähigt; B wird frei.

Ein durch chemische Verwandtschaft zusammengehaltener Körper ist besonders an den Qualitätsveränderungen kenntlich, welche seine Bestandtheile nach ihrer Vereinigung erlitten haben; die neue Verbindung zeigt Eigenschaften, die sich nicht von der genauesten mechanischen Mengung herleiten lassen.

Aus den beiden festen, geruchlosen Substanzen, der dunkelgefärbten Kohle und dem gelben Schwefel erzeugt sich bei ihrer chemischen Vereinigung ein neuer Körper, der Schwefelkohlenstoff, eine krystallhelle, farblose Flüssigkeit von äusserst unangenehmen Geruch.

Indess kann zuweilen eine theilweise Veränderung früherer Eigenschaften unter gewissen Bedingungen an manchen Körpern vorkommen, ohne dass eine chemische Verbindung statt gefunden hat. (Auflösung, Zusammenschmelzung), ja man hat in neuerer Zeit mit Bestimmtheit eine Menge Substanzen kennen lernen, welche bei völlig gleicher chemischer Constitution doch ganz verschiedene physische, zuweilen auch einige andere chemische Eigenschaften an sich tragen; sind bei einer, chemisch vollkommen identischen, Substanz nur physische Eigenschaften verschiedener Art vorhanden, so nennt man sie dimorph, polymorph, heteromorph; findet dagegen zugleich eine Verschiedenheit in ihren chemischen Reactionen statt, so nennt man sie isomer.

Erklärung dieser Erscheinungen siehe weiter unten.

Es lässt sich also aus der Formveränderung nicht immer mit Bestimmtheit auf eine chemische Veränderung, d. h. chemische Verbindung oder Trennung schliessen. So hat man als hauptsächlichstes Merkmal dafür, dass sich zwei Körper chemisch mit einander verbunden haben, die Krystallisirbarkeit der Verbindung angegeben, indem selbst zwei krystallisirbare Körper nicht zusammen zu krystallisiren pflegen; allein auch von dieser Regel giebt es Ausnahmen, da mehrere analog zusammengesetzte Körper von gleicher Krystallform in jedem Verhältnisse zusammen krystallisiren können.

Das wichtigste, unumstössliche Merkmal einer chemischen Verbindung ist, dass deren Bestandtheile *nur in einem bestimmten Verhältnisse* zur Bildung derselben zusammengetreten sind, oder zusammentreten können. Dieses Kennzeichen steht in dem genauesten Zusammenhange mit gewissen in der Chemie allgemein gültigen Thatsachen und Gesetzen. Unbestrittene Thatsache ist es, dass die Elemente sowohl als die zusammengesetzten Körper bei ihrer chemischen Vereinigung sich nur in bestimmten unveränderlichen Gewichtsverhältnissen mit einander verbinden können.

Wasser, sei es durch unmittelbare Vereinigung seiner Bestandtheile, durch einfache oder durch doppelte Wahlverwandtschaft dargestellt, besteht aus 11,12 Th. Wasserstoff und 88,88 Th. Sauerstoff; Gyps, sei er künstlich dargestellt, oder fände er sich als Alabaster, Fraueneis oder Anhydrit, enthält auf 41,53 Th. Kalk 58,47 Th. Schwefelsäure. Ein Plus des einen der beiden Bestandtheile kann nie mit in die Verbindung eingehen. Menge man 50 Th. Kalk mit 58 Th. Schwefelsäure, so würde man 100 Th. Gyps, aber noch 8 Th. Kalk im Ueberschuss frei, unverbunden erhalten.

Eine zweite Thatsache ist, dass, wenn zwei zusammengesetzte Körper vermöge doppelter Wahlverwandtschaft ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen, jeder der ausgetauschten Bestandtheile gerade hinreicht, um mit dem der andern Verbindung sich vollständig zu vereinigen.

$2A + 3B$ und $5C + 4D$ zersetzen sich gegenseitig; wenn nun 2 A gerade hinreicht, um mit 4 D sich chemisch zu verbinden, so ist zugleich ausgemacht, dass sich 3 B mit 5 C zu einem einzigen Körper vereinigen, ohne dass ein Theil von B oder von C unverbunden bliebe.

Diess deutet auf ein allgemeines Gesetz hin, dass **die Gewichtsmengen, in welchen sich die Körper unter einander verbinden, in einem gewissen Zahlenverhältniss zu einander stehen.** Dasselbe findet auch in folgenden Thatsachen seine Bestätigung.

Verbindet sich A mit B in dem Verhältnisse wie 10 : 7, B mit C wie 7 : 6, so wird sich C mit A in der Proportion $\equiv 6 : 10$ verbinden. Weiss man, dass sich 100 Th. Sauerstoff mit 1265 Th. Quecksilber, diese aber wieder mit 201 Th. Schwefel verbinden, so kennt man zugleich das Verbindungsverhältniss zwischen Schwefel und Sauerstoff $\equiv 201 : 100$. Würden sich mit 6 C 9 D verbinden, so müssten 9 D sich gerade mit 10 A vereinigen. Da Schwefel und Zink in dem Verhältnisse, wie 201 : 403 zusammentreten können, so ist hierdurch das Verbindungsverhältniss zwischen Zink und Sauerstoff $\equiv 403 : 100$ gegeben; 201 Th. Schwefel können also durch 100 Th. Sauerstoff in der Verbindung mit 403 Th. Zink ersetzt werden, oder 201 Th. Schwefel können gerade die Stelle von 100 Th. Sauerstoff vertreten.

Es kann also in einer Verbindung die Gewichtsmenge eines Körpers durch bestimmte Gewichtsmengen anderer Körper vertreten werden. Die Gewichtsmengen aber, welche sich gegenseitig vertreten können, geben zugleich das Verhältniss an, in welchem sich die sich vertretenden Körper selbst wieder unter einander verbinden können.

Wenn sich mit A die Körper B, C, D, E in den Verhältnissen wie 10 : 5, 8, 7, 3 vereinigen können, so folgt hieraus, dass sich die Körper B, C, D, E in den Verhältnissen von 5 : 8 : 7 : 3 chemisch vereinigen.

Wenn man daher für ein einziges Element z. B. für Sauerstoff die Verhältnisse ermittelt hat, in denen sich derselbe mit allen andern Elementen verbindet, so sind in den hiervon abgeleiteten Zahlen zugleich die Verhältnisse angedeutet, in welchen sich diese Elemente wieder unter einander verbinden können. Auf diese Weise hat man für alle Elemente die Gewichtsverhältnisse aufgesucht, in welchen sie sich mit dem Sauerstoff verbinden und somit zugleich auch die Verhältnisszahlen gefunden, nach welchen sich alle übrigen Elemente unter einander vereinigen.

Da der Sauerstoff sich mit allen Elementen (ausser Fluor) verbindet, und Sauerstoffverbindungen am häufigsten vorkommen, so hat man meistens den Sauerstoff als Einheit bei Vergleichung der Mischungsverhältnisse angenommen; da der Wasserstoff die kleinste Verhältnisszahl hat, und diese in den Verhältnisszahlen mancher andern Elemente aufgeht, so ist von vielen auch der Wasserstoff als Einheit festgesetzt worden. Die Zahlen, welche sich aus den Gewichtsverhältnissen ergeben, in denen sich die Elemente verbinden, sind folgende:

Sauerstoff	100,00	8	Nickel	369,68	29,6
Aluminium	171,17	13,7	Osmium	1244,49	99,7
Antimon	806,45	64,6	Palladium	665,90	53,3
Arsenik	470,04	37,6	Phosphor	196,14	15,7
Baryum	856,88	68,6	Platin	1233,50	98,8
Beryllium	331,26	26,5	Quecksil-		
Blei	1294,50	103,7	ber	1265,82	101,4
Boron	136,20	10,9	Rhodium	651,39	52,1
Brom	978,31	78,2	Schwefel	201,17	16,1
Cadmium	696,77	55,8	Selen	494,58	39,6
Calcium	256,04	20,5	Silber	1351,61	108,3
Cerium	574,79	46,0	Silicium	277,31	22,2
Chlor	442,65	35,4	Stickstoff	177,04	14,2
Chrom	351,81	28,2	Strontium	547,29	43,8
Eisen	339,20	27,2	Tantal	1153,72	92,4
Fluor	233,80	18,6	Tellur	801,76	64,2
Gold	1243,01	99,4	Thorium	744,90	59,6
Jod	1580,92	126,5	Titan	303,66	24,3
Iridium	1233,50	98,8	Uran	2711,36	217,2
Kalium	489,92	39,2	Vanadin	855,84	68,6
Kobalt	368,99	29,5	Wasser-		
Kohlenstoff	76,43	6,1	stoff	12,48	1,0
Kupfer	395,70	31,7	Wismuth	886,92	71,1
Lithium	80,37	6,4	Wolfram	1183,00	94,8
Magnesium	158,35	12,7	Yttrium	402,51	32,2
Mangan	345,89	27,7	Zink	403,23	32,3
Molybdän	598,52	47,9	Zinn	735,29	58,9
Natrium	290,90	23,3	Zirkonium	420,20	33,6

Die Zahlen bezeichnen also keine absoluten Grössen, sondern deuten nur die durch die genauesten Versuche ge-

gefundenen Verhältnisse an, in welchen sich die Elemente unter einander ihrem Gewichte nach zu verbinden, zu mischen pflegen, daher der Name *Mischungsgewichte*; *Aequivalente* nennt man sie auch, weil eine solche Zahl die Gewichtsmenge eines Körpers angiebt, welche nöthig ist, um einen andern in einer Verbindung zu ersetzen, und insofern gleiche Geltung für alle übrigen beistehenden Zahlen hat. —

Viele Elemente vereinigen sich nun aber nicht bloß in dem einzigen, durch jene Zahlen ausgedrückten, Verhältnisse; man kennt Elemente, die sich in drei, vier, ja fünf Verhältnissen mit einem andern Elemente vereinigen; vergleicht man diese Verhältnisse, so findet man, dass die Verhältnisszahl des vermehrten Elementes stets ein Vielfaches von dem oben angegebenen einfachsten Verhältnisse ist.

So verbinden sich 142 Th. Stickstoff mit 80 Th. Sauerstoff im Stickstoffoxydul, mit 160 Th. im Stickstoffoxyd, mit 240 Th. in der salpetrigen Säure und mit 400 Th. in der Salpetersäure;
 $80 : 160 : 240 : 400 = 1 : 3 : 4 : 5$.

Stösst man bei dieser Vergleichung auf Brüche, so sind diese immer sehr einfach.

27,7 Th. Mangan verbinden sich mit 8 12 16 24 28 Th. Sauerstoff, welche Zahlen sich verhalten wie $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 3 : 3\frac{1}{2}$.

So wie die Elemente, verbinden sich auch zusammengesetzte Körper nur in bestimmten Verhältnissen; man kann diese entweder durch directe Versuche ermitteln, oder sie aus den Mischungsgewichten ihrer Bestandtheile berechnen. Addirt man nemlich die Mischungsgewichte der Elemente eines Körpers, so erhält man das Zahlenverhältniss, in dem sich dieser Körper mit andern zusammengesetzten verbinden kann.

Die Schwefelsäure enthält auf ein Mischungsgewicht Schwefel 3 Mischungsgewichte Sauerstoff, also ist $16 + 3 \cdot 8 = 40$ das Mischungsgewicht der Schwefelsäure, Kali besteht aus gleichen Mischungsgewichten Kalium und Sauerstoff, also $39,2 + 8 = 47,2$ das Mischungsgewicht des Kalis; Schwefelsäure vereinigt sich demnach mit Kali in dem Verhältnisse von $40 : 47,2$; und das Mischungsgewicht des schwefelsauren Kalis ist folglich $= 87,2$.

Ist in einer aus zwei zusammengesetzten Körpern be-

stehenden Verbindung ein gemeinschaftliches Element enthalten, so ist die Gewichtsmenge des gemeinschaftlichen Elements ein Multiplum von der in der andern, welche sich in einfachen Zahlen ausdrücken lässt.

100 Th. Schwefelsäure verbinden sich mit 117,72 Th. Kali, in 100 Th. Schwefelsäure sind 59,86 im 117,72 Kali 19,95 Sauerstoff enthalten $59,86 : 19,95 = 3 : 1$.

Man benutzt dieses Gesetz häufig, um die Anzahl der Aequivalente Sauerstoff in dem Theile der Verbindung zu bestimmen, welcher ein Plus von Sauerstoff zeigt. Hierin liegt auch der Grund, warum man bei Körpern von gleicher procentischer Zusammensetzung, die also scheinbar isomer sind, doch eine verschiedene Anzahl von Aequivalenten annimmt.

Milchsäure besteht ebensowohl wie das Stärkmehl aus 44,91 Th. Kohlenstoff, 5,11 Th. Wasserstoff und 48,98 Sauerstoff; man könnte nun dieser Zusammensetzung nach annehmen, die Milchsäure so wie das Stärkmehl enthielten gleiche Aequivalente Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; allein da 100 Th. Milchsäure 135 Th. Bleioxyd sättigen, in jener Milchsäure aber 48,40 Sauerstoff, und in dem Bleioxyd 9,68 Sauerstoff, diese Zahlen sich wie 5 : 1 verhalten, so nimmt man das fünffache Aequivalent Sauerstoff in der Milchsäure an und schreibt $= H^5 C^6 O^5$, während man aus einem ähnlichen Grunde das Stärkmehl den Aequivalenten nach sich aus 10 Wasserstoff 12 Kohlenstoff und 10 Sauerstoff bestehend denkt; denn 100 Th. Stärkmehl sättigen nur die halbe Quantität Bleioxyd $= 67,5$ Th., in welchen nur 4,84 Sauerstoff enthalten sind, da sich $4,84 : 48,40 = 1 : 10$ verhält, so müssen in einem Aequivalente Stärkmehl 10 Aequivalente Sauerstoff enthalten sein.

Solche aus gleichen Gewichtstheilen aber verschiedenen Aequivalentenmengen, zusammengesetzte Körper nennt man polymer. Es ist hieraus zugleich ersichtlich, dass 100 Th. eines sauerstoffhaltigen Körpers stets ein und dieselbe Quantität Sauerstoff in dem Körper voraussetzen, mit dem sie sich verbunden haben.

100 Th. Schwefelsäure verlangen, mit welchem Körper sie sich auch verbinden, immer darin 19,95 Th. Sauerstoff, 100 Th. Milchsäure, 9,68 Th. Sauerstoff.

Diese Zahl nun, welche die von 100 Th. einer Säure in einer Base vorausgesetzte Quantität Sauerstoff ausdrückt,

hat man die Sättigungscapacität der Säure genannt. Demnach ist 19,95 die Sättigungscapacität der Schwefelsäure und 9,68 die der Milchsäure. Da aber auch zusammengesetzte Körper sich in mehr als einem Verhältnisse mit einander vereinigen können, so ist ersichtlich, dass dann auch jene Zahl nicht constant bleiben kann, sondern durch eine einfache Zahl vermehrt oder getheilt werden muss. Wenn 100 Th. Schwefelsäure in der Base nur 9,98 Sauerstoff binden, so nimmt man an, dass zwei Aequivalente Schwefelsäure mit einem Aequivalent des gebundenen Körpers vereinigt sind.

Das bisher Gesagte ist der reine Ausdruck der Erfahrung, begründet auf unbestrittene, völlig erwiesene Thatsachen; eine weitere arithmetische Entwicklung jener Gesetze giebt uns die *Stöchiometrie*.

Man hat sich nun vielfältig bemüht, für jene unumstößlichen Thatsachen, für jene unveränderlichen Gesetze eine bestimmte Ursache aufzufinden, und glaubt sie in der endlichen Theilbarkeit der Materie, in dem Vorhandensein höchst kleiner, untheilbarer Körperchen (Atome) gefunden zu haben.

Das Wort Atom, herrührend vom alten Abderiten Demokrit, hatte lange Zeit eine Hauptrolle in den Systemen der Philosophen gespielt, war aber beinahe in Vergessenheit gekommen, als Dalton es zuerst zur Erklärung der chemischen Proportionen und ihrer Multipeln benutzte. Die Erklärung der chemischen Proportionen durch die Annahme von kleinsten untheilbaren Theilchen fand sehr bald Eingang unter den Chemikern, da sich nach dieser Ansicht die meisten oben beschriebenen Thatsachen mit Leichtigkeit erklären lassen.

Dieser Theorie zufolge geschieht die chemische Verbindung dadurch, dass die Atome heterogener Körper sich aneinander legen, juxtaponiren, so dass aus dieser Zusammenlegung heterogener Atome ein Product hervorgeht, welches wieder auf mechanischem Wege untheilbar ist, und daher ein zusammengesetztes Atom geben kann. Jene kleinsten Theilchen haben nach der atomistischen Theorie eine gewisse Ausdehnung, bestimmte Form und bestimmtes Gewicht; für das Volumen der Atome hat man nie eine ver-

gleichbare Grösse angegeben; rücksichtlich der Form der Atome nimmt man an, dass sie etwas zur Krystallform der Körper beitragen, und schliesst daher rückwärts von der Krystallform eines Körpers auf die Gestalt seiner Atome; die absoluten Gewichte dieser Atome kennt man nicht, sie müssen aber in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie die Zahlen der Mischungsgewichte; hieraus lasse sich der Grund herleiten, warum die Körper sich nur in bestimmten Verhältnissen mit einander verbinden könnten; da die Atome verschiedenes Gewicht haben, so kann in einer gleich grossen Gewichtsmenge zweier Körper nicht eine gleich grosse Anzahl Atome enthalten sein, und hingegen kann eine gleich grosse Anzahl Atome nicht dasselbe Gewicht haben, sondern die Gewichte dieser Anzahl von Atomen werden in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie die Gewichte der einzelnen Atome selbst; daher der Ausdruck *Atomgewicht* für *Aequivalent*. Insofern als nur ein Atom, nicht aber ein Theil desselben aus seiner Stelle in einer Verbindung verdrängt werden kann, ist es erklärlich, warum bestimmte Mengen eines Körpers nothwendig sind, um ihn in einer Verbindung zu ersetzen.

Die Körper verbinden sich in mehr als einem Verhältnisse, da sich an das eine Atom noch mehr als ein einziges anlegen kann. *Das Aequivalent eines zusammengesetzten Körpers ist gleich der Summe der Aequivalente*, weil das Gewicht einer Gruppe von Atomen gleich sein muss der Summe der Gewichte der einzelnen Atome; daher nennt man die Zahlen, um welche sich der eine Factor einer Verbindung vermehrt, Atome; 16 Th. Schwefel können sich nur mit 8 oder 16 oder 24 Th. Sauerstoff verbinden, weil sich einem Atom Schwefel nur ein ganzes Atom Sauerstoff oder zwei oder drei ganze anlegen können, daher sagt man, die Schwefelsäure bestehe aus einem Atom Schwefel und drei Atomen Sauerstoff, und schreibt SO^3 .

Da sich ferner nur Atomgruppen an einander legen können, so ist klar, warum auch zusammengesetzte Körper sich nur in bestimmten Verhältnissen mit einander vereinigen, ganz aus dem nemlichen Grunde, aus welchem sich die elementaren Atome nur in bestimmten Verhältnissen verbinden. Da indessen sich einige Elemente so wie

zusammengesetzte Körper auch in Brüchen ihrer Aequivalente mit einander verbinden, ein Bruch eines Atoms aber nach der Basis dieser Theorie undenkbar ist, so nimmt man an, dass in solchen Körpern sich von jedem Bestandtheile mehrere Atome zusammengelegt haben. Endlich erklärt die atomistische Theorie auf sehr einfache Weise jenes Gesetz, dass in einer Verbindung zweier Körper, die ein gleichnamiges Element enthalten, die Anzahl der Aequivalente des gemeinschaftlichen Elements in dem einen Körper zu dem in den andern stets in einem sehr einfachen, durch gerade Zahlen ausdrückbaren, Verhältniss steht; denn das Gewicht mehrerer Atome ein und desselben Körpers kann nur ein Multiplum von dem Gewichte eines einzigen Atoms sein. Die Erscheinungen der Isomerie finden in der atomistischen Theorie dadurch eine gnügende Erklärung, dass man in isomeren Körpern dieselbe Anzahl von Atomen sich verschieden gruppiert denkt.

Ameisenäther und essigsaures Methylenoxyd sind einander isomer; ihre empirische Formel ist $H^6 C^6 O^4$; man denkt sich aber im Ameisenäther die Atome so gruppiert, dass das zusammengesetzte Atom Ameisensäure $= H C^2 O^3$ mit dem zusammengesetzten Atom Aether $H^5 C^4 O$ zusammengelegt ist; im essigsauren Methylen aber die Atomgruppe $H^3 C^4 O^3$ der Gruppe $H^3 C^2 O$ verbunden.

Mit soviel Leichtigkeit sich nun auch die Gesetze chemischer Verbindung aus jener Theorie erklären lassen, so ist die Existenz von Atomen darum noch nicht erwiesen, denn diess würde ein Schluss im Kreise sein. An sich widerspricht den Grundbegriffen unsers Geistes die Annahme, dass es eine Grösse gebe, die nicht mehr einer Theilung fähig sei; ebensowenig als man sich den kleinsten Zeittheil untheilbar denken kann, lässt sich einsehen, warum eine Raumgrösse nicht weiter getheilt werden könne. Und ist es wirklich eine Erklärung, wenn wir das in sehr kleinen Theilen für möglich ausgeben, was in grössern unmöglich ist? wenn wir über die Grenzen unsrer Wahrnehmung das hinausrücken, was innerhalb derselben offenbar unmöglich erscheint? Sollte die Natur, die wir sonst alle Grenzen fliehen oder überspringen sehen, hier ihrem Grundsatz untreu geworden sein, und sich selbst eine Schranke

gesetzt haben, über welche hinaus sie die Theilbarkeit von Raumtheilen nicht mehr zulässt?

W o l l a s t o n suchte für die atomistische Theorie anzuführen, dass, wenn die Materie bis ins Unendliche theilbar wäre, sich alsdann unsre Atmosphäre vermöge ihrer unendlichen Expansion bis auf andre Himmelskörper erstrecken und dort für unsre Fernröhre wahrnehmbar werden müsste; man hat aber weder an der Sonne noch an mehreren Planeten Atmosphären entdecken können. P o i s s o n bewies hingegen, dass die atmosphärische Luft in den äussersten Theilen ihren elastisch-flüssigen Zustand und somit auch ihre Ausdehnbarkeit verlieren müsse. Die atomistische Theorie lässt sich also weder durch reine Vernunftschlüsse noch durch physische Thatsachen begründen, keine chemische Thatsache macht ihre Annahme nothwendig; im Gegentheil lässt sie manche Erscheinungen der chemischen Verbindung unerklärt, ja wir stossen bei Betrachtung der Atome im gasförmigen Zustande auf Widersprüche, die sich kaum genügend durch Annahme untheilbarer Molecüle deuten lassen. Indessen ist diese Hypothese nicht gänzlich zu verwerfen, da sie nicht nur zum leichtern Verständniss der Gesetze der chemischen Proportionslehre führt, sondern auch, in Ermangelung einer bessern Anschauungsweise der Verbindungsverhältnisse chemischer Körper, zu weiteren Forschungen und Entdeckungen leitet: Eigenschaften, die eine Theorie mehr annehmbar als verwerflich machen. Der Chemiker geht also bei Betrachtung der Verbindungsweise chemischer Körper von dem untheilbaren Körper, dem Atome, aus, wie der Mathematiker, der sonst stets im Reiche der Wirklichkeit bleibt, von dem Körper ohne Ausdehnung, dem Punkte, seine Lehrsätze herleitet; keiner hält sich deshalb von der Grösse ohne Ausdehnung wie von der Grösse ohne Theilbarkeit überzeugt.

Ehe wir die atomistische Theorie auf die Verhältnisse anwenden, in welchen sich die gasförmigen Körper ihrem Volumen nach mit einander verbinden, stellen wir die unbestrittenen Thatsachen voran, welche das reine Ergebniss des Versuchs sind. G a y L u s s a c hat uns zuerst das Gesetz kennen gelehrt, dass elastischflüssige Körper sich nur in sehr einfachen und constanten Verhältnissen ihrer Volumina mit einander vereinigen. So verbinden sich:

1 Vol. Stickstoffgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas zu 2 Vol. Stickstoffoxydgas					
1	-	Chlorgas	-	1	- Wasserstoffg. - 2 - Salzsauerg.
1	-	Iodgas	-	1	- — — 2 - Iodwasserstoffg.
1	-	Quecksilberg.	-	1	- Chlorg. - 1 - Quecksilberchloridg.
1	-	— —	-	1	- Bromg. - 1 - Quecksilberbromidg.
2	-	Wasserstoffg.	-	1	- Sauerstoffg. - 2 - Wasserg.
2	-	Stickstoffg.	-	1	- — — 2 - Stickstoffoxidulg.
2	-	Quecksilberg.	-	1	- Chlorg. - 2 - Quecksilberchloridg.
1	-	Stickstoffg.	-	3	- Wasserstoffg. - 2 - Ammoniakg.
1	-	Arseng.	-	3	- Sauerstoffg. - 1 - arsenige Säure
1	-	Schwefelg.	-	3	- Chlorg. - 3 - Chlorschwefelg.
1	-	— —	-	6	- Sauerstoffg. - 6 - schweflige Säure
1	-	— —	-	6	- Wasserstoffg. - 6 - Schwefelwasserstoffg.
1 Vol. Phosphorg. mit 6 — — 4 - Phosphorwasserstoffg.					
1	-	Arseng.	-	6	- — — 4 - Arsenwasserstoffg.
1	-	Schwefelg.	-	6	- Quecksilberg. - 9 - Schwefelquecksilberg.
1	-	— —	-	9	- Sauerstoffg. - 6 - Schwefelsäureg.

Aus diesen Beispielen ist ersichtlich, dass die gasigen Elemente sich nicht nur in einfachen Verhältnissen ihrer Volumina verbinden, sondern dass auch das Product dieser Verbindung rücksichtlich seines Volumens ein sehr einfaches Verhältniss zu dem seiner Bestandtheile zeigt.

Ein zweiter Gegenstand, auf welchem die unten anzu-
führende Ansicht fusst, betrifft die Thatsache, dass alle Gasarten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur sich gleichförmig und in gleichem Grade ausdehnen oder verdichten, während bekanntlich bei festen und tropfbarflüssigen Körpern die Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit unter gleichen Bedingungen höchst verschieden ist. Eine dritte nur auf Versuche sich gründende Erfahrung ist, dass die oben berechneten Aequivalente zu den specifischen Gewichten der Gasarten (das des Sauerstoffs als Einheit genommen) in einem sehr einfachen Verhältnisse stehen,

ja mit demselben oft völlig zusammenfallen. Diess ist aus folgender Vergleichung zu ersehen.

	Spec. Gew.	Mischungsgew.
Sauerstoffgas .	= 1,000000 . . .	1,00000 = 1 : 1
Wasserstoffg.	= 0,062398 . . .	0,1248 = 1 : 2
Stickstoffg.	= 0,885180 . . .	1,7704 = 1 : 2
Chlorg.	= 2,213250 . . .	4,4265 = 1 : 2
Bromg.	= 4,891500 . . .	9,7831 = 1 : 2
Iodg.	= 7,891450 . . .	15,8992 = 1 : 2
Schwefelg.	= 6,034957 . . .	2,0117 = 3 : 1
Phosphorg.	= 3,923100 . . .	1,9614 = 2 : 1
Arseng.	= 9,400840 . . .	4,7004 = 2 : 1
Quecksilberg.	= 6,329110 . . .	12,6582 = 1 : 2

Der Annahme untheilbarer Molecüle zugethan, folgert Berzelius aus diesen drei Thatsachen zunächst, dass in gleich grossen Voluminibus aller einfachen Gase eine gleich-grosse Anzahl von Atomen enthalten sei; sonst liesse sich nicht einsehen, warum bei dem ganz gleichen, physischen Verhalten der verschiedensten Gase doch die in jedem Gas-volumen enthaltenen Atome gerade ausreichen, um sich gegenseitig vollständig zu verbinden; hieraus ergiebt sich ganz einfach, dass die specifischen Gewichte der elementa-ren Gase ihren Atomgewichten proportional sein müssen.

Wenn ein Cubikcentimeter Chlor 100 Atome Chlor enthält, so muss ein Cubikcentimeter Wasserstoff ebensoviel Atome von diesem enthalten, denn sonst könnten sich nicht gleiche Volumina bei-der Gase gerade zu Chlorwasserstoff verbinden; die Summe des Gewichts von 100 At. Chlor muss sich alsdann zu der von 100 At. Wasserstoff ebenso verhalten, wie das Gewicht eines Cubik-centimeters Chlor zu dem eines Cubikcentimeters Wasserstoff.

Berzelius schliesst hieraus, dass sich das wahre Gewicht der Atome aus dem specifischen Gewichte der Gase ergebe, und nimmt daher Volumen und Atome als völlig identisch an, während Dumas und Liebig noch Atom von Aequivalent unterscheiden. Das Atomgewicht des Was-serstoff, Stickstoff, Chlor, Brom, Iod (und Fluor) ist da-her nach der Volumentheorie halb so gross, als jenes, welches aus den den Sauerstoff ersetzenden Gewichtsmen-gen berechnet ist. Indessen hat die Ausmittlung der spe-

cifischen Gewichte des Schwefels, Phosphors, Arsens und Quecksilbers genügend erwiesen, dass jenes Postulat, die Atomgewichte der Elemente seien den specifischen Gewichten ihrer Gase proportional, wenigstens nicht auf alle Körper angewendet werden könne.

Das Atomgewicht des Schwefels würde bei consequenter Befolgung der Volumentheorie dreimal so gross, als das oben nach der Corpusculartheorie bestimmte sein, und die Zusammensetzung der Schwefelsäure aus 1 Atom Schwefel und 9 At. Sauerstoff bestehend an genommen werden. Dagegen ist die Zusammensetzung der Schwefelsäure $= \text{SO}^3$ so bestimmt erwiesen (der Sauerstoff der Base in den schwefelsauren Salzen verhält sich zu dem der Säure $= 1:3$), dass man sowohl hier beim Schwefel als beim Phosphor, Arsen und Quecksilber allgemein von der Volumentheorie abgegangen ist, und die Atomgewichte dieser Körper nach den Gewichtsverhältnissen bestimmt, in denen sie sich verbinden und gegenseitig ersetzen können.

Abgesehen von diesen Inconcinnitäten, welche nur eine theilweise Annahme der Volumentheorie gestatten, hat sie auch den Mangel, dass aus ihr für die Mehrzahl der Elemente das Atomgewicht gar nicht berechnet werden kann, da die meisten nicht in gasförmigen Zustand versetzt werden können.

Nichtsdestoweniger können die obigen Thatsachen zu einer genauern Regulirung und Controle der Atomgewichte der Elemente und zur Ermittlung der atomistischen Zusammensetzung mancher Körper mit grossem Vortheil benutzt werden.

Letzteres geschieht insbesondere bei solchen flüchtigen organischen Körpern, bei welchen das Mischungsgewicht nicht füglich aus der Sättigungscapacität berechnet werden kann; da nemlich das specifische Gewicht einer gasigen Substanz gleich ist der Summe der specifischen Gewichte ihrer Bestandtheile, so lässt sich aus ihrem specifischen Gewichte und ihrer Zusammensetzung dem absoluten Gewichte nach leicht die atomistische Zusammensetzung berechnen, z. B. Spec. Gewicht des gasigen Holzgeistes $= 1,12$, seine procentische Zusammensetzung $\text{C} = 37,9$ $\text{H} = 12,4$ $\text{O} = 49,8$; nun ist

$$100 : 37,9 = 1,12 : x = 0,42488$$

$$100 : 12,4 = 1,12 : x = 0,13888$$

$$100 : 49,8 = 1,12 : x = 0,55776$$

0,42488 : 0,8428	(spec. Gew. des Kohlenstoffgases)	$\equiv \frac{1}{2} : 1$
0,13888 : 0,0639	- - - Wasserstoffg.	$\equiv 2 : 1$
0,55776 : 1,1026	- - - Sauerstoffg.	$\equiv \frac{1}{2} : 1$

demnach sind in einem Volumen Holzgeistgase $\frac{1}{2}$ Vol. Kohlenstoffgas, 2 Vol. Wasserstoffgas und $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoffgas enthalten. 1 Vol. Kohlenstoff, 4 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff condensiren sich daher zu 2 Vol. Holzgeist; denn

1 Vol. Kohlenstoffg.	$\equiv 0,8428$
4 Vol. Wasserstoffg.	$\equiv 0,2756$
1 Vol. Sauerstoffg.	$\equiv 1,1026$
	2,2210
	$\frac{2,2210}{2} = 1,1105$

specifischen Gewichte des Holzgeistdampfes.

Das specifische Gewicht des hypothetischen Kohlenstoffgases ist ebenfalls nach dem Gesetze, dass das spec. Gewicht eines zusammengesetzten Gases gleich ist der Summe der spec. Gewichte seiner Bestandtheile, berechnet worden. Man weiss, dass die Kohlensäure denselben Raum einnimmt, welchen der in ihr enthaltene Sauerstoff für sich einnehmen würde; es muss also bei der Aufnahme von Kohlenstoff eine Condensation statt gefunden haben; das spec. Gewicht der Kohlensäure ist $\equiv 1,524$, nimmt man an, dass sich 2 Vol. Sauerstoff mit einem Vol. Kohlendampf zu 2 Vol. Kohlensäure vereinigt haben, so ist das spec. Gewicht des Kohlendampfs $\equiv 0,8428$;

$$2 \text{ Vol. Kohlensäure} \equiv 3,0480$$

$$2 \text{ - Sauerstoff} \equiv 2,2052$$

$$1 \text{ - Kohlengas} \equiv 0,8428.$$

Auf diese Weise lehrt uns die Stöchiometrie weitere Anwendungen des oben angegebenen Gesetzes.

Dulong und Petit fanden bei einer Anzahl von Elementen, namentlich bei Metallen, dass die Producte ihrer Wärmecapacität in das Aequivalent meistens eine gleiche, constante Zahl gaben; die Anhänger der atomistischen Theorie schlossen hieraus, dass zur Erwärmung der elementaren Atome gleich grosse Wärmemengen nothwendig seien, sobald der Satz sich bestätige, dass die Wärmecapacitäten der Elemente stets im umgekehrten Verhältnisse zu den Atomgewichten ständen.

In der Art erhält man eine Constante, wenn man die Wärmecapacitäten von Schwefel, Platin, Zinn, Kupfer, Blei, Zink, Nickel

und Eisen mit ihren entsprechenden Mischungsgewichten multiplicirt; jene Constante variirt zwischen 37 und 38. z. B. Die Wärmecapacität des Schwefel ist $\equiv 0,188$ sein Mischungsgewicht $\equiv 201$, demnach $0,188 \cdot 201 \equiv 37,8$. Diese bei vielen Elementen eintreffende Berechnung lässt sich jedoch nicht zum Gesetz erheben, und noch viel weniger zur Bestimmung der Atomgewichte der Elemente anwenden: denn man darf hier ebensowenig, als man des specifischen Gewichts des Schwefeldampfs halber das Atomgewicht desselben umzuändern sich veranlasst sah, die jetzt allgemein als richtig angenommenen Atomgewichte des Tellurs, Kobalts und Wismuths deshalb umändern, weil die specifische Wärme eine andre Zahl dafür anzudeuten scheint. Da jedoch auch hier die aus der Wärmecapacität hergeleitete Zahl meist in ein sehr einfaches Verhältniss zu dem Mischungsgewichte tritt, so kann man sich dieser Erfahrung nöthigenfalls als Controle bei Bestimmung der Mischungsgewichte bedienen.

Zur Bestätigung der atomistischen Theorie, so wie zur Controlirung der Mischungsgewichte hat man eine zuerst von Gay Lussac angeregte und von Mitscherlich weiter ausgeführte Beobachtung als vorzüglich beachtenswerth hervorgehoben: diess ist die Isomorphie. Man wendet diesen Ausdruck auf Körper an, die bei analoger Zusammensetzung gleiche Krystallform haben.

Daher sind nicht alle Körper von gleicher Krystallform einander isomorph, sondern nur solche, die aus einer gleichen Anzahl gleichmässig zusammengelegter Atome bestehen und gleiche Grundformen in ihrer Krystallisation zeigen; auch nennt man im weiteren Sinne isomorphe Körper solche, welche, mit gleichen Stoffen in gleicher Quantität verbunden, in gleichen Gestalten krystallisiren; so nennt man Phosphor und Arsen, Phosphorsäure und Arsensäure isomorph, da sie mit gleichen Körpern verbunden, stets dieselbe Krystallform annehmen; in ähnlichem Verhältniss stehen Schwefelsäure, Selensäure und Chromsäure; Alaunerde, Manganoxyd, Eisenoxyd und Chromoxyd; Ueberchlorsäure und Uebermangansäure u. s. w.

Man sucht die Ursache des Isomorphismus nach der atomistischen Theorie in einer gleichen Lage und Form der Molecüle analoger Körper, und wendet daher den Isomorphismus zur Controlirung der Atomgewichte und zur genauern Ermittlung atomistischer Zusammensetzung an.

Die atomistische Theorie, hauptsächlich entsprungen aus dem Gesetze der multipeln Proportionen, reichte keineswegs hin, alle die chemische Verbindung begleitenden Erscheinungen zu erklären; jene dauernde und vollkommene Veränderung in den Eigenschaften chemisch verbundener Körper, jene die Vereinigung derselben so oft begleitenden Erscheinungen von Wärme und Licht liessen sich durchaus nicht aus der blossen Juxtaposition der kleinsten Theilchen einer trägen Materie herleiten. Man suchte daher dem Wesen der chemischen Verwandtschaft selbst mehr nachzuforschen; es genügte nicht mehr, die chemischen Phänomene aus jener unbekannten Ursache, die man Affinität nannte, abzuleiten; man bestrebte sich vielmehr aus dieser unbekannten Ursache eine bekannte zu machen, indem man eine Erklärung der chemischen Verwandtschaft selbst zu geben suchte.

Bei diesem Bestreben sprang sehr bald die auf Versuche und Beobachtungen begründete Analogie zwischen electrischen und chemischen Wirkungen in die Augen. Die an sich unbestrittenen Thatsachen, welche die Gründung der *electro-chemischen Theorie* veranlassten, lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Keine chemische Verbindung oder Zersetzung geht vor sich ohne erweisliche Entwicklung von Electricität, so wie erwiesener Massen sich keine Contact-electricität erzeugt ohne Chemismus. Bei jeder chemischen Verbindung findet eine, wenn auch noch so geringe, Entwicklung von Wärme und nicht selten auch von Licht statt; dasselbe gilt von der Ausgleichung der Electricitäten; es ist bekannt, dass durch Galvanismus die höchsten Hitze-grade, die stärkste Lichtentwicklung hervorgerufen werden kann. Die bei chemischen Verbindungen entwickelte Wärme lässt sich weder durch Freiwerden latenter Wärme noch durch Veränderung der Wärmecapacitäten genügend erklären. (S. unten Verbrennung.) Wärme verstärkt chemische Verwandtschaften und befördert chemische Verbindungen, so wie sie oft Electricitätsentwicklung unterstützt. Der Turmalin erhält durch Erwärmen electrische Pole.

Davy fand, dass durch Electricität die stärksten chemischen Verwandtschaften aufgehoben würden, dass aber auch Stoffe sich durch dieselbe verbinden lassen, deren Verwandtschaft zu einander sonst äusserst schwach ist; er

lehrte ferner, dass zwei Körper, welche zu einander Verwandtschaft haben, in gegenseitige Berührung gebracht, sich mit ungleichnamiger Electricität laden (Kalk und Oxalsäure); dass endlich bei allmähligem Erwärmen die elektrische Spannung auf beiden Seiten zunimmt, bis die Körper (meist unter Entwicklung von Licht und Wärme) sich miteinander chemisch vereinigen, worauf dann alle elektrische Spannung verschwunden ist (Schwefel und Kupfer).

In neuerer Zeit hat endlich Faraday durch sehr schöne Versuche dargethan, dass bei Zersetzung verschiedener Körper durch denselben elektrischen Strom in gleichen Zeiten die Quantitäten der verschiedenen getrennten Elemente proportional seien ihren Mischungsgewichten.

Durch einen Strom, welcher 9 Th. Wasser zerlegt, werden in derselben Zeit 165,7 Th. Jodkalium und 143,7 Chlorsilber zersetzt, so dass sich am positiven Pole die den Aequivalenten von 8 Th. Sauerstoff 126,5 Th. Jod und 35,4 Th. Chlor, am negativen Pole aber 1 Th. Wasserstoff, 39,2 Th. Kalium und 108,3 Th. Silber ausscheiden.

Auf diese Thatsachen sich stützend, hat man zur Erklärung der Verwandtschafterscheinungen vorzüglich folgende Hypothesen aufgestellt. Zunächst nimmt man an, den Atomen der Elemente seien beide Electricitäten, positive und negative inwohnend; durch Berührung ungleichartiger Körper würde in den Atomen derselben eine elektrische Spannung hervorgerufen, welche um so bedeutender werde, je entgegengesetzter Natur die Körper selbst sind. Bei einem bestimmten Punkte und bei völliger Beweglichkeit der Atome vereinigten sich die ungleichnamigen Electricitäten, die einander genäherten, heterogenen Molecüle blieben an einander haften und die chemische Verbindung sei vollbracht; Wärme- und Lichtentwicklung hätte ihren Grund in der Ausgleichung der Electricitäten.

Da man aber nach dieser Hypothese erwarten sollte, dass nach aufgehobener Spannung zwischen den Electricitäten auch keine Anziehung mehr zwischen den heterogenen Molecülen statt finde, so hat Ampère, um die Fortdauer der chemischen Verbindung zu erklären, angenommen, jedes Molecül enthalte eine innere, constante, unzertrennliche Electricität und eine dieser entgegengesetzte,

äussere, bewegliche, welche gleichsam eine Atmosphäre um das Atom bilde; bei der chemischen Verbindung nun rühre die Licht- und Wärmeentwicklung nur von der Ausgleichung jener beweglichen Electricität her; die constante Electricität der Molecüle erhalte aber ihre Spannung, und somit sei das Zusammenhaften der ungleichartigen Atome erklärt.

Da jedoch aus dieser Hypothese nicht ersichtlich wird, warum ein Körper zu einem zweiten sich negativ, zu einem dritten sich positiv verhalten, und mit beiden sich vereinigen kann, so hat Berzelius, Erman's Entdeckung unipolarer Leiter zu Hülfe rufend, eine andere Ansicht aufgestellt. Berzelius denkt sich jedes Atom eines Elements als einen Körper, welcher durch Berührung mit einem andern electrische Pole annimmt; so dass meist einer der beiden Pole prävalirt. Herrscht in einem Atome der positive Pol vor, so wird der Körper, dem Kreis der Volta'schen Säule ausgesetzt, meist aus seinen Verbindungen vom negativen Pole angezogen, und man nennt daher den Körper einen *positiven*; im Gegentheil wird er ein *negativer* zu nennen sein. Bei der chemischen Verbindung zweier Körper gleichen nur zwei der entgegengesetzten Pole ihre Electricitäten aus, die andern beiden ungleichnamigen Pole bleiben in Spannung, da sich hier die Körper wie unipolare Leiter verhalten mögen; hieraus erklärt sich die dauernde Vereinigung der Molecüle. Berzelius hat nun, je nachdem der eine oder der andre Pol in dem Atome eines Elementes mehr oder weniger prävalirte, sämtliche Elemente in eine Reihenfolge gebracht, ähnlich der, wie sie Volta für die Electromotore anordnete. Nach ungefähren Bestimmungen würde sie etwa folgende sein:

Sauerstoff
Schwefel
Stickstoff
Fluor
Chlor
Brom
Iod
Selen
Phosphor

Arsen
Chrom
Vanadium
Molybdän
Wolfram
Bor
Kohlenstoff
Antimon
Tellur

Tantal
Titan
Kiesel
Wasserstoff
Gold
Osmium
Iridium
Platin
Rhodium

Palladium
Quecksilber
Silber
Kupfer
Uran
Wismuth
Zinn
Blei
Kadmium
Kobalt

Nickel
Eisen
Zink
Mangan
Cerium
Lanthan
Thorium
Zirkonium
Aluminium

Yttrium
Beryllium
Magnesium
Calcium
Strontium
Baryum
Lithium
Natrium
Kalium.

Sauerstoff ist in dieser Reihe der negativste, Kalium der positivste Körper; unter den negativen Körpern prädominirt im Sauerstoff der negative Pol am meisten, im Kalium hingegen der positive Pol; je entfernter zwei Elemente von einander in der electrischen Reihe liegen, desto grösser ihr electrischer Gegensatz, desto kräftiger die Verwandtschaft; je näher dagegen zwei Körper einander stehen, desto geringer ist die electrische Spannung, desto schwächer die Verwandtschaft.

Da sich diese Sätze in der Erfahrung keineswegs durchgehends bestätigen, so nimmt Berzelius an, in manchen Elementen sei die Intensität der einen Polarität bedeutender, als in einem andern negativern oder positivern Elemente, und daher die scheinbaren Widersprüche, die sich bei Anwendung dieser Theorie finden. Auch die Zusammengesetzten Körper behalten meist eine bestimmte Polarität bei, und sie lassen sich daher in eine ähnliche electrische Reihe bringen wie die Elemente.

Da also nach dieser Ansicht nur polare Gegensätze eine chemische Verbindung hervorzubringen vermögen, so wird zugleich hieraus klar, warum wir in der anorganischen Chemie nur binäre Zusammensetzungen finden.

Mit soviel Scharfsinn diese Ansicht auch aufgestellt worden ist, so viel Thatsachen in ihr auch eine Erklärung finden, so stellen sich doch ihrer unbedingten Annahme eine Menge Hindernisse entgegen, die theils in durch sie unerklärlichen oder ihr widersprechenden Thatsachen theils selbst in Vernunftschlüssen begründet sind. Dieser Hypothese nach ist die chemische Verwandtschaft der Electricität subordinirt, Electricität ist die höchste Potenz der Affinität. Bei genauerm Erwägen des Verhältnisses zwischen

Affinität und Electricität müsste wohl eher die letztere der erstern subordinirt werden, zumal da den neuesten Untersuchungen nach Contactelectricität erst durch chemische Wirkungen bedingt wird. Die Hauptmomente der Affinität sind: Gegensatz, Streben nach Vereinigung des Ungleichartigen und Verlust des früheren Zustandes; diese drei Hauptbedingnisse chemischer Verwandtschaft finden wir stets bei den electrischen Erscheinungen; ist es erlaubt, die Electricitäten als materiell anzunehmen, so würde Chemismus Verwandtschaft der wägbaren, Electricität Verwandtschaft der unwägbaren Stoffe sein, und Chemismus und Electricität wären demnach coordinirte Begriffe.

Sauerstoff. *Oxygenium.* O.

Vorkommen. Frei in der atmosphärischen Luft, gebunden in den meisten Naturkörpern.

Darstellung. Man erhitzt Quecksilberoxyd und fängt das entwickelte Gas im pneumatischen Apparate auf; das Oxyd zerlegt sich in Quecksilber und Sauerstoff. — Man glüht Braunstein = Manganhyperoxyd; dasselbe verliert dabei $\frac{1}{3}$ seines Sauerstoffs und verwandelt sich in Manganoxydoxydul. — Digerirt man Braunsteinpulver mit mässig concentrirter Schwefelsäure, so entweicht die Hälfte Sauerstoff des Hyperoxyds, und es bildet sich schwefels. Manganoxydul. — Durch Glühen von chloresaurem Kali (= KO ClO^5) erhält man das reinste Sauerstoffgas, zurückbleibt Chlorkalium (= KCl). — Mit Stickstoffgas gemengtes Sauerstoffgas erzeugt sich beim Glühen des Salpeters (= KO NO^5); Kali = KO bleibt zurück.

Eigenschaften. Permanentes Gas, specifisches Gewicht = 1,1026, lichtbrechende Kraft = 0,924, farblos, ohne Geruch und Geschmack, ist athembar, erregt aber, rein eingeathmet, einen fieberhaften Zustand, wird von Wasser nicht absorbirt, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, geht mit allen Elementen Verbindungen ein, ausser mit Fluor; mit vielen Elementen vereinigt es sich unter Licht- und Wärmeentwicklung

Unsre gewöhnlichen Brennmaterialien verbrennen darin mit weit lebhafterer Flamme, als in atmosphärischer Luft; glimmender Schwamm brennt in Sauerstoff mit lebhaftem Lichte; ein glimmender Spahn entzündet sich darin.

O x y d e .

Da der Sauerstoff mit ein und demselben Elemente oft mehrere Verbindungen einzugehen im Stande ist, so hat man für die verschiedenen Oxydationsstufen verschiedene Namen erfunden. *Hyperoxyd* oder *Superoxyd* ist ein Körper, welcher so viel Sauerstoff enthält, dass er sich nicht mit andern oxydirten Körpern verbinden kann, ohne einen Theil seines Sauerstoffs abgegeben zu haben, *Hypoxyd* oder *Suboxyd* ein solcher, der zu wenig Sauerstoff enthält, als dass er sich mit einem andern oxydirten vereinigen könnte. Geht ein Element zwei Verbindungen mit Sauerstoff ein, die sich beide mit andern Oxyden verbinden können, so nennt man die niedrigere Verbindungsstufe d. h. die, welche weniger Sauerstoff enthält, *Oxydul*, die höhere aber *Oxyd*.

V e r b r e n n u n g .

Als man sich gezwungen sah, die aristotelischen Elemente (Erde, Wasser, Luft und Feuer), welche an sich keine Erklärung der Verbrennungerscheinungen gestatteten, völlig bei Seite zu setzen, versuchte Georg Ernst Stahl (geb. 1660, gest. 1734) zuerst eine Theorie der Verbrennung zu geben; er hielt die Erden (im weitern Sinne des Worts) für Elemente, während nach ihm die Metalle zusammengesetzte Körper sein sollten; bestehend aus einer Erde und einer Art Feuergeist, den er *Phlogiston* nannte. Bei der Verbrennung nun entweiche dieser Feuergeist und es bleibe die Erde zurück. Alle brennbaren Körper enthielten mehr oder weniger Phlogiston; bei der Verbrennung entledigten sie sich desselben; Stahl nannte diesen Process *dephlogistisiren*. Wurde ein verbranntes Metall durch Erhitzen mit Kohle wieder verbrennlich, so glaubte er, das Phlogiston sei wieder mit ihm verbunden, es sei *phlogistisirt* worden. Stahl nahm also da eine Zersetzung an, wo wir eine Verbindung sehen; übersah aber, von dem Glanze des Feuers geblendet, dass die Körper beim Verbrennen an Gewicht zunehmen, anstatt dass sie beim Verluste eines Bestandtheils etwas an Gewicht verlieren sollten.

Schon vor der im Jahre 1774 am 1. Aug. von Priestley gemachten Entdeckung des Sauerstoffgases hatte La-

voisier im J. 1772 den Satz festgestellt, dass die Körper bei der Verbrennung eine Gewichtszunahme erlitten, welche in einer gewissen Fixation der Luft ihren Grund habe; durch fortgesetzte, höchst genaue Versuche fand Lavoisier, dass ein und dieselbe Quantität Luft nur zur Verbrennung einer bestimmten Menge eines brennbaren Körpers fähig sei; er bewies ferner, immer die Waage in der Hand, deren Gebrauch er zuerst in die Chemie einführte, dass ein Körper bei seiner Verbrennung gerade soviel an Gewicht zunehme, als die angewandte Luft an Gewicht verliere. Die Entdeckung des Sauerstoffs besser als Priestley benutzend, definirte er die Verbrennung etwa als den Process, wobei sich ein Element mit Sauerstoff unter Licht- und Wärmeentwicklung verbände.

Nur Elemente sind verbrennlich, nicht zusammengesetzte Körper. Wenn zusammengesetzte Körper verbrennen, so verbinden sie sich nicht als solche mit Sauerstoff, sondern ihre Elemente sind es, die sich bei der Verbrennung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre vereinigen. So verbrennt Schwefelkohlenstoff zu Kohlensäure und schwefliger Säure, nicht zu einem Oxyde jener Verbindung.

Das *Feuer*, welches vor Lavoisier meist als wesentlich zur Verbrennung angesehen wurde, zerfällt nach ihm in zwei nur zufällige Erscheinungen bei der Verbindung der Elemente mit Sauerstoff. Die Wärme entwickelt sich bei den meisten Verbindungen des Sauerstoffs mit Elementen nur darum, weil das Sauerstoffgas dabei bedeutend verdichtet wird, d. h. weil die im gasigen Oxygen enthaltene latente Wärme mit einem Male frei wird; das Licht entsteht, indem das Verbrennungsproduct oder auch der noch unverbrannte Körper durch jene Wärme in lebhaftes Glühen geräth. Diese Erscheinungen sind demnach häufige Begleiter der Verbrennung, die dabei als nicht unbedingt nothwendig, nicht wesentlich erscheinen. Lavoisier hätte hinzufügen können, dass Licht zuweilen auch ohne Wärme wahrgenommen wird, dass sich Feuer auch bei Zersetzungen zeigt, dass es endlich auch andre Körper als reine Elemente giebt, welche sich unter Licht- und Wärmeentwicklung vereinigen.

So geschieht z. B. die Verbindung von Talkerde mit wasserfreier Schwefelsäure unter lebhafter Feuerentwicklung.

Die Sauerstoffverbindung selbst kann aber im Gegentheil auch ohne bestimmtes Hervortreten jener Phänomene statt haben; denn geht die Oxydation nur langsam vor sich, so tritt die dabei entwickelte Wärme sehr bald an andre Körper über, so dass sie selbst unbemerkbar und eine Lichterscheinung unmöglich wird.

Lavoisier's Ansicht über das Zufällige jener die Verbrennung begleitenden Phänomene muss daher als völlig richtig erkannt werden; weniger ist diess aber der Fall rücksichtlich seiner Erklärung von der Entstehung jener Erscheinungen, namentlich der Wärme; denn es findet bei der Vereinigung mancher Elemente mit Sauerstoff nicht nur keine Verdichtung statt, sondern sogar eine Expansion, so dass eher Kälteentwicklung erwartet werden sollte.

Kohlenstoff verdünnt sich gleichsam im Sauerstoffgas bei der Verbrennung, wie Salpeter im Wasser, erzeugt aber dabei Wärme, während dieser bei seiner Auflösung Abkühlung bedingt.

Da man also in der Verdichtung nicht eine gnügende Erklärung für die bei der Verbrennung sich erzeugende Wärme finden konnte, so vermuthete man ihre Ursache darin, dass die specifische Wärme des Verbrennungsproducts weit geringer sein möge, als die der bei der Verbrennung thätigen Elemente; allein nachdem Delaroche und Bérard, Dulong und Petit, die specifische Wärme der Elemente und ihrer wichtigsten Verbindungen mit möglichster Genauigkeit untersucht hatten, ergab sich auch diese Erklärung als unzulässig, wie schon aus dem einzigen Beispiele der Verbrennung des Wasserstoffgases hervorgeht, bei welcher sich fast die intensivste Hitze entwickelt, die wir kennen.

Die specifische Wärme einer bestimmten Quantität Wasser ist beinahe noch einmal so gross, als die Summe aus der specifischen Wärme der ihm zugehörigen Sauerstoffmenge und der des in ihm enthaltenen Wasserstoff. Da die spec. Wärme des Wassers $\equiv 1$ angenommen wird, so denken wir uns die von 100 Theilen $\equiv 100$; in 100 Th. Wasser sind aber 11,1 Wasserstoff und 88,9 Sauerstoff enthalten; die spec. Wärme des Wasserstoffs ist $\equiv 3,2936$, die des Sauerstoffs $\equiv 0,2361$; wenn nun 11,1 Th. Wasserstoff 36,23 und 88,9 Th. Sauerstoff 20,99 spec. Wärme enthalten, so müsste die von 100 Th. Wasser $\equiv 57,22$ sein.

Hierzu kommt, dass die bei der Verbrennung des Wasserstoffs gebildeten Wasserdämpfe ein unendlich grössres Volumen gerade durch die entwickelte Wärme einnehmen, als Sauerstoff und Wasserstoff vor ihrer Vereinigung hatten. Die Quelle der Wärme bei der Verbrennung ist demnach weder in einer Verdichtung der Elemente noch in einer Verminderung der specifischen Wärme zu suchen.

Lavoisier's Theorie der Verbrennung würde trotz dieses Mangels ihrer Hauptsache nach richtig geblieben sein, wenn sich nicht in späterer Zeit einige Thatsachen herausgestellt hätten, wodurch sie, wenn auch nicht in ihren Grundpfeilern erschüttert, doch weiter ausgebaut werden musste. Schon Kunkel kannte jenes bekannte Experiment, Kupfer in Schwefeldampf zu verbrennen, ohne dass der geringste Zutritt von Sauerstoff statt findet. Die meisten Metalle können sich mit Schwefel unter Wärme- und Lichtentwicklung vereinigen. Nach der Entdeckung des Chlors, Broms, Jods fand man, dass auch diese Körper besonders im gasförmigen Zustande sich unter denselben Erscheinungen mit vielen Elementen, gleich dem Sauerstoff, vereinigen können.

Verbrennt man Kalium in Chlor, Brom oder Iodgas, so entsteht Kaliumchlorid- bromid- iodid, so wie in Sauerstoff Kaliumoxyd entsteht.

Man war genöthigt auch Selen, Tellur, Phosphor und Arsen zu den Verbrennungsunterhaltern zu zählen, da auch die Dämpfe dieser Elemente bei ihrer Vereinigung mit manchen Metallen vollkommene Verbrennungerscheinungen darbieten.

Antimon entzündet sich schon bei der gewöhnlichen Temperatur in Chlorgas, was nicht einmal Kalium in Sauerstoff thut. Dass unsre gewöhnlichen Verbrennungsmaterialien in jenen Gasen sich meist nicht entzünden lassen, rührt von der geringen Verwandtschaft jener Elemente zum Kohlenstoff her, an welchem jene Stoffe fast sämmtlich reich sind, und kann daher der Ansicht, dass auch in andern Gasen, als Sauerstoff, wahre Verbrennungen vor sich gehen, durchaus nicht entgegen sein.

Der Begriff der Verbrennung musste daher nach diesen Thatsachen etwas weiter gefasst werden, als ihn Lavoisier genommen hatte. Von jeder Theorie absehend, würde

man daher die Verbrennung für die chemische Verbindung eines Elementes mit einem von jenen Körpern im gasförmigen Zustande unter Licht- und Wärmeentwicklung zu erklären haben.

Nachdem man schon frühzeitig (Wilke 1766) einen Zusammenhang zwischen dem Lichte des electrischen Funkens und dem Feuer der Verbrennung geahnet, nachdem Davy gezeigt hatte, dass bei jeder chemischen Verbindung Electricität frei werde, und die Intensität derselben der Stärke der chemischen Verwandtschaft entspreche: suchte Berzelius in der Verbrennung eine Ausgleichung der nach der electrochemischen Theorie in jedem Elemente enthaltenen, ungleichnamigen Electricitäten. Begnügen wir uns nicht mit den die Verbrennung betreffenden Thatsachen, so nehmen wir mit Berzelius die electrochemische Theorie als die für jetzt beste Hypothese über Verbrennung an. Ihr gemäss würde eine Definition von Verbrennung etwa folgender Massen lauten: *Verbrennung* ist die unmittelbare Vereinigung eines mehr oder weniger positiven Elementes mit einem negativen Elemente, wobei durch plötzliche Neutralisation der Electricitäten die Erscheinung des Feuers eintritt. Hiernach wäre *Verbrennungsunterhalter* (*Zünder*) ein stark electronegatives, meist gas- oder dampfförmiges Element; ein *verbrennlicher* Körper dagegen ein mehr positives Element oder ein an solchen Elementen reicher Körper; ein *verbrannter* Körper könnte aber beinahe jeder einfach zusammengesetzte, d. h. aus 2 Elementen bestehende Körper sein, da die meisten derselben als electronegatives Element einen Verbrennungsunterhalter haben.

Das zum Verbrennungsunterhalter sich electropositiv verhaltende Element eines verbrannten Körpers nennt man *Radical*. Das Radical kann nichts desto weniger in der electrochemischen Reihe dem negativen Ende derselben sehr nahe stehen; es leuchtet daher in diesem Falle von selbst ein, dass, jener Hypothese nach, die Polaritäten zweier mehr negativelectrischer Elemente bei ihrer Vereinigung sich nicht vollkommen ausgeglichen haben können, und dass demnach die negative Polarität noch vorwalten, und der Verbindung Verwandtschaft zu andern, nach der Verbrennung mehr positiv polaren Körpern mittheilen muss.

Jenen electronegativen verbrannten Körper, welcher die Eigenschaft hat, sich mit electropositiven, verbrannten Körpern zu vereinigen, nennt man unsern jetzigen Begriffen nach *Säure*. Den electropositiven Theil eines doppelt zusammengesetzten Körpers nennt man *Base*, das Radical der Base ist meist ein mehr positives Element; dasselbe Radical kann aber zuweilen, mit mehr Atomen eines Zünders verbunden, auch eine Säure bilden.

Einen aus Säure und Base zusammengesetzten Körper nennt man ein *Salz*. In der Säure und der Base eines Salzes findet sich in der Regel ein gleichnamiges Element, am häufigsten Sauerstoff, doch kann dessen Stelle auch durch Schwefel, Chlor und andere Zünder vertreten werden; man hat daher nicht blos Sauerstoffsalze, sondern auch Schwefelsalze u. s. w., und unterscheidet jetzt Sauerstoffsäuren, Schwefelsäuren so wie Sauerstoffbasen, Schwefelbasen u. dergl.

$\text{NaO} + \text{Sb}^2\text{O}^5 =$ antimonsaures Natron, *Antimonias natricus*.

$\text{NaS} + \text{Sb}^2\text{S}^5 =$ schwefelantimonsaures Schwefelnatrium, *Sulphantimonias natricus*. $\text{KCl} + \text{PtCl}^2 =$ chlorplatinsaures Chlorkalium, *Chloroplatinas kalicus*.

Da Säuren und Basen sich in mehr als einem Verhältnisse vereinigen können, so unterscheidet man neutrale, saure und basische Salze. Ein *neutrales Salz* ist ein solches, in welchem sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure, wie die Zahl der Sauerstoffatome in der Basis zu der Zahl der Sauerstoffatome in der Säure verhält. *Basische* Salze sind daher solche, in welchen sich eine grössere Menge Basis, *saure*, in denen sich eine grössere Menge Säure als in dem neutralen Salze befindet. In den meisten sauren Salzen wird die zur Bildung eines neutralen Salzes fehlende Quantität Basis meist durch ein Aequivalent Wasser vertreten. Die Salze verbinden sich wieder unter einander zu Doppelsalzen, meistens enthalten dieselben einerlei Säure aber verschiedene Basis, seltner zweierlei Säure und dieselbe Basis, noch seltner verschiedene Säuren und verschiedene Basen.

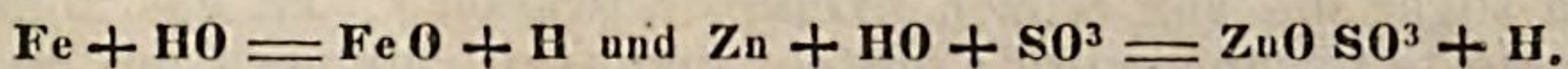
Der saure Geschmack und die Eigenschaft, Lackmus zu röthen kann also nicht mehr, wie früher, zur Characterisirung einer Säure oder eines sauren Salzes dienen. Kieselsäure, Titansäure, Tantalsäure und viele andre sind ohne Geschmack und ohne Reaction

auf Pflanzenfarben, Borsäure bräunt das Curcumäpigment (Eigenschaft der stärksten Basen); schwefelsaures Eisenoxyd schmeckt sauer und röthet Lackmus, ist aber ein neutrales Salz, da sich der Sauerstoff im Eisenoxyd zu dem in der Schwefelsäure, wie in allen neutralen schwefelsauren Salzen $\equiv 1:3$ verhält. 100 Th. schwefelsaures Eisenoxyd ($\text{Fe}^2\text{O}^3 + 3\text{SO}^3$) enthalten in der Base 12,087 Th. Sauerstoff und in der Säure $\equiv 36,263$ Th.; $12,087:36,263 \equiv 3 \text{ At. O} : 9 \text{ At. O} \equiv 1:3$. Die Soda, kohlensaures Natron, ist ein neutrales Salz, obgleich es laugenhaft schmeckt und Curcumäpigment bräunt; 100 Th. $\text{NaO} + \text{CO}^2$ enthalten in der Base 14,985 Th. Sauerstoff, in der Säure 29,970 Th.; da $14,985:29,970 \equiv 1:2$, so ist das kohlensaure Natron für ein neutrales Salz, und jene Eigenschaften desselben für zufällig, d. h. zur Bestimmung der Neutralität des Salzes für unwesentlich zu halten.

Wasserstoff. *Hydrogenium.* H.

Vorkommen. An Sauerstoff gebunden im Wasser, in den meisten organischen Substanzen, selten frei mit andern Gasen vermengt.

Bereitung. Man leidet Wasserdämpfe über glühendes Eisen, oder übergießt Zink mit verdünnter Schwefelsäure.



Eigenschaften. Permanentes Gas, farblos, ohne Geschmack und Geruch, (wenn es nicht mit Kohlenwasserstoffarten vermengt ist), am leichtesten unter allen Gasen, spec. Gew. $\equiv 0,0688$, irrespirabel; mit Sauerstoff gemengt und eingeathmet, macht es die Stimmen heller und höher, wird nicht vom Wasser absorbirt, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, unterhält die Verbrennung nicht, lässt sich aber entzünden, und verbrennt mit bläulicher, wenig leuchtender Flamme, entwickelt dabei die höchsten Hitzegrade; mit Sauerstoff gemengt und entzündet vereinigt es sich unter Explosion zu Wasser; entzünden lässt es sich durch jede Temperatur über 400° , durch den electrischen Funken, durch Platinschwamm.

Ein Gemeng von 1 Volumen Sauerstoff und 2 Vol. Wasserstoff nennt man Knallluft. Luftballon, Knallgasgebläse, chemische Harmonika, Eudiometer.

O x y d e.

Wasser, Aqua, HO. H.

Vorkommen. Im freien Zustande nimmt es den grössten Theil der Erdoberfläche ein, gebunden findet es sich in vielen Körpern.

Bereitung. Gewöhnliches Wasser wird durch sorgfältige Destillation gereinigt.

Eigenschaften. Tropfbarflüssig, erstarrt bei 0° , hat bei $+4,1^{\circ}$ seine grösste Dichtigkeit, siedet bei 100° ; der Dampf nimmt den 1700-fachen Raum des Wassers ein, woraus er sich bildete; das spec. Gewicht des Wasserdampfs verglichen mit dem der atmosphärischen Luft ist $= 0,6201$; das spec. Gewicht des Eises verhält sich zu dem des Wassers $= 9 : 10$. Die Krystallform des Eises ist gewöhnlich eine doppeltsechseckige Pyramide; die Grundform ein regelmässiges sechseckiges Prisma.

Ein Cubikcentimeter Wasser ist bei $4,1^{\circ} \text{C.} = 1 \text{ Gramm. franz. Decimalgewicht.}$

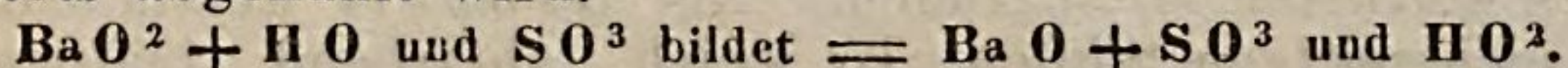
Das Wasser kann von allen Gasarten etwas in sich aufnehmen, jedoch findet nicht zu allen chemische Anziehung statt; mit zusammengesetzten Körpern, vorzüglich mit oxydirten verbindet es sich sehr häufig zu Hydraten; es kann die Stelle von Säuren und von Basen vertreten (amphoter), ja sogar die von Salzen (Halhydratwasser), ist das allgemeinste Lösungsmittel; besteht dem Gewichte nach aus 88,9 Th. Sauerstoff und 11,1 Th. Wasserstoff.

Anmerk. Alle Chemiker sind darin mit einander einverstanden, dass das Wasser auf eben angeführte Weise dem Gewichte nach zusammengesetzt ist; allein nur rücksichtlich der hypothetischen Zusammensetzung des Wassers nach Atomen findet eine Verschiedenheit der Meinung statt. Die Anhänger der Volumentheorie (s. S. 14.) nehmen das Wasser als zusammengesetzt an aus 2 Atomen Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff, weil sich gerade 2 Volumina Wasserstoff mit einem Volumen Sauerstoff zu Wasser vereinigen. Allein da sich der unbedingten Annahme der Volumentheorie mehrere noch nicht genügend gelöste Zweifel entgegenstellen (s. a. a. O.), so sind im Verlaufe dieses Werks nur die Atome angenommen worden, die sich aus den Gewichtsverhältnissen ergeben, zumal da diese doch immer die Hauptbasis der Atomeuberechnung bleiben werden. Die Atome sind

also in diesem Werke den Gewichtsverhältnissen, in welchen sich die Elemente verbinden und ersetzen können, äquivalent angenommen worden, d. h. die Atome sind hier gleich den Äquivalenten. Während nach der Volumentheorie 2 Atome der Elemente *Wasserstoff*, *Stickstoff*, *Chlor*, *Brom*, *Iod* und *Fluor* einem Atome Sauerstoffäquivalent sind, halten wir uns an die einfachere Bestimmung, dass die äquivalenten Gewichtsmengen jener Elemente uns zugleich die Atome andeuten. Es sind also die Atome für die angeführten Elemente zu verdoppeln, wenn man die in diesem Buche angeführten Formeln nach denen der Volumentheorie umändern will.

Wasserstoffhyperoxyd. HO^2 . H.

Um es darzustellen, bringt man Baryumhyperoxydhydrat mit einer etwas verdünnten Säure, Salzsäure, Schwefelsäure, Kieselflusssäure oder Phosphorsäure zusammen, so dass die Flüssigkeit nie alkalische Reaction zeigt und stets abgekühlt wird.



Syrupartige Flüssigkeit, spec. Gew. = 1,453, farb- und geruchlos, von bitterlichem, ekelerregendem Geschmacke, bewirkt auf der Haut weisse Flecke und stechenden Schmerz; fängt bei $+ 20^\circ$ an, sich (in H O und O) zu zersetzen, in Wasser gelöst, erst bei $+ 50^\circ$; bleicht Pflanzenfarben. Basen, Hyperoxyde und unedle Metalle zersetzen es unter Explosion; die Oxyde der edeln Metalle zersetzen es ebenfalls, und verlieren ihren eignen Sauerstoff. Kalk, Strontian, Kupfer, Zink, Wismuth werden dadurch in Hyperoxyde verwandelt; Säuren verhindern die leichte Zersetzbarkeit dieses Körpers; durch einige organische Substanzen wird er zersetzt, ohne dass diese eine Veränderung erleiden.

Kohlenstoff. Carbogenium. C.

Vorkommen. Am reinsten im Diamant; auch im Graphit und Anthracit; gebunden in der Kohlensäure und in allen organischen Körpern.

Darstellung. Durch Glühen von Lampenrus; durch stundenlanges Glühen von 2 Th. Eisenfeile, 1 Th. Braun-

stein und 1 Th. Kienrus; die erkaltete Masse hinterlässt nach hinlänglichem Auskochen mit Salzsäure den Kohlenstoff ziemlich rein; durch Leiten von Phosphordämpfen über glühenden kohlensauren Kalk.

Der Phosphor bemächtigt sich des Sauerstoffs der Kohlensäure und verbindet sich mit dem Kalk, Kohlenstoff wird ausgeschieden. Kohle erhält man durch anhaltendes Glühen organischer Substanzen in verschlossenen Gefässen (trockne Destillation), vegetabilische meist aus Holz, animalische aus Fleisch, Blut, Klauen, Knochen; letztere enthält Stickstoff gebunden, von diesem wird sie durch Glühen mit kohlensaurem Kali und vom phosphorsaurem Kalk durch Auslaugen mit Salzsäure getrennt.

Eigenschaften. Als *Diamant* krystallisirt der Kohlenstoff in Oktaedern, spec. Gew. 3,5; am härtesten unter allen Körpern, stärkste lichtbrechende Kraft, eigenthümlich glänzend, vollkommen farblos (im nicht ganz reinen Zustande verschieden gefärbt), leitet Electricität nicht, verbrennt nur bei den stärksten Hitzegraden. Als *Graphit* krystallisirt er in sechsseitigen Säulen, ist weich, abfärbend, blättrig, dunkelbleigrau, undurchsichtig, leitet Electricität, spec. Gew. = 2,4. Stein-Pflanzen- und Thierkohle, so wie künstlich bereiteter Kohlenstoff sind meist ohne Spur von Krystallisation (ausser etwa der vor dem Gebläse der Hohöfen bei Erzeugung des grauen Roheisens gebildete, künstliche Graphit) compact oder pulverförmig, dicht oder porös, spec. Gew. = 2,0, unschmelzbar, feuerbeständig, Electricität schlecht leitend, undurchsichtig, meist schwarz, zuweilen metallglänzend (Steinkohle, Thierkohle, künstlicher Graphit) geruch- und geschmacklos, unlöslich in allen Lösungsmitteln (in schmelzendem Gusseisen löst er sich etwas auf, scheidet sich beim Erkalten wieder aus) ohne Reaction auf Pflanzenfarben; bei vollkommenem Zutritt von Sauerstoff erhitzt, verbrennt er unter starker Licht- und Wärmeentwicklung zu Kohlensäure. Kohle (insbesondere die des Holzes), hat in hohem Grade die Eigenschaft, Gase zu absorbiren; ebenso nimmt sie Miasmen oder üble Gerüche in sich auf; aus Flüssigkeiten nimmt die Kohle (vorzüglich thierische) Extractiv- und Farbstoffe auf, und entfärbt auf diese Weise jene Körper.

O x y d e.

Kohlenoxyd, CO , bildet sich bei unvollkommener Verbrennung der Kohle, bei der trocknen Destillation vieler organischer Körper. Man bereitet es durch Leiten von Kohlensäure über glühende Kohlen ($\text{CO}^2 + \text{C} = 2 \text{CO}$) — durch Glühen von Metalloxyden mit überschüssiger Kohle ($\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$) — durch Glühen von kohlensauren Alkalien mit Kohle. Permanentes Gas, spec. Gew. $= 0,9727$, farb- geruch- und geschmacklos, irrespirabel, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; entzündet verbrennt es mit hellblauer, wenig leuchtender Flamme, verbindet sich weder mit Säuren noch Basen.

Kohlensäure, CO^2 .

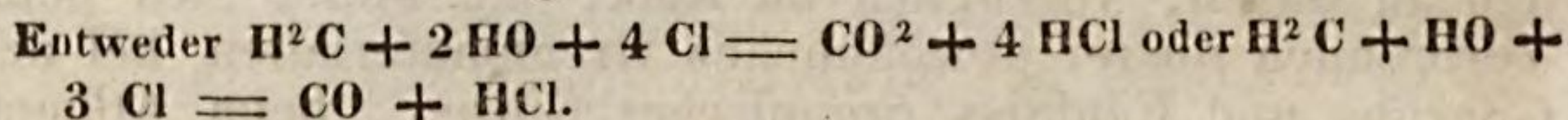
Die atmosphärische Luft enthält hiervon ungefähr 0,0005; sie findet sich in grossen Mengen in manchen natürlichen Höhlen, in Gruben (vorzüglich aus Kohlenflötzen hervorströmend, böse Wetter), in vielen Mineralwässern (Säuerlingen); gebunden an Basen, vorzüglich an Kalk; sie bildet sich beim Verbrennen unsrer gewöhnlichen Brennmaterialien, bei der Gährung und Fäulniss organischer Körper, beim Athmen der Thiere. Zu ihrer Darstellung übergiesst man kohlensauren Kalk mit Salzsäure.

Coërcibles Gas (bei einem Drucke von 36 Atmosphären wird es tropfbarflüssig, Thilorier hat es sogar im festen Zustande erhalten), spec. Gew. $= 1,5245$, farblos, von schwach säuerlich stechendem Geruche, erfrischendem Geschmacke, irrespirabel, wird vom Wasser absorbirt, durch Kochen daraus wieder ausgetrieben, röthet feuchtes Lackmus vorübergehend, brennende Körper verlöschen in ihm. Die Kohlensäure verbindet sich mit den meisten Basen (ausser mit Alaunerde, Zirkonerde, Ceroxyd, Manganoxyd, Eisenoxyd, Zinnoxyd und den Oxyden der meisten mehr negativen Metalle); die kohlensauren Salze, *Carbonates*, sind in Wasser unlöslich, ausser den kohlensauren Alkalien; letztere bräunen Curcumäpigment; durch Glühen verlieren die meisten derselben ihre Säure, ausser den kohlens. Alkalien Baryt und Strontian; durch stärkere Säuren wird aus diesen Salzen die Kohlens. unter Aufbrausen ausgetrieben.

Die Lösungen der ätzenden Erden ziehen freie Kohlensäure an und trüben sich damit.

Kohlenwasserstoff im Minimo des Kohlenstoffs. H^2C , findet sich in Sümpfen (*Sumpfluft*) und in Kohlenschachten (*schlagende Wetter, feurige Schwaden*); bildet sich beim Auflösen kohlenstoffhaltigen Eisens in Schwefelsäure oder Salzsäure, bei der trocknen Destillation und bei der Fäulniss organischer Stoffe; wird erhalten, wenn man Steinkohlengas durch glühende Röhren leitet, oder es aus Sümpfen durch Umrühren des Schlamm-Flammes auffängt, gereinigt wird es durch Schütteln mit Kalkwasser.

Farbloses Gas, ohne Geschmack, von schwach widerlichem Geruche, irrespirabel; spec. Gew. = 0,5589; strahlenbrech. Kraft 2,0927; Wasser absorbirt $\frac{1}{27}$ seines Volumens, ohne Reaction, verbindet sich weder mit Säuren noch mit Basen, durch dieselben Mittel entzündbar, wie Wasserstoff; verbrennt mit bläulicher, wenig leuchtender me; explodirt mit Sauerstoff gemengt, wird durch Chlor nur unter Vermittlung des electrischen Funkens zersetzt.



Kohlenwasserstoff im Maximo. *Öelbildendes Gas*, HC , bildet sich bei schnellem Erhitzen organischer Körper (Fette, Harze), wird im Grossen erhalten durch Glühen von Steinkohlen in gusseisernen Cylindern, Abkühlen des entwickelten Dampfes und Behandeln mit Kalkmilch; im Kleinen durch Erhitzen von 1 Th. Alkohol mit 4 Th. concentr. Schwefelsäure. ($H^3C^2O + SO^3.HO = SO^3.2HO + 2HC$).

Farbloses Gas, spec. Gew. = 0,9852, lichtbrechende Kraft = 1,8186, von ekelerregendem Geruche, wirkt eingeathmet sehr giftig; Wasser absorbirt $\frac{1}{6}$ Volumen, ohne Reaction; verbrennt mit lebhafter, stark leuchtender Flamme; mit Sauerstoff gemengt und entzündet explodirt es; mit Chlorgas condensirt es sich zu einem ölartigen Körper (Chloräther), verbindet sich weder mit Säuren noch Basen.

Anmerk. Die hier nicht beschriebenen Verbindungen des Kohlenstoffs mit Sauerstoff und mit Wasserstoff sind unter den Zerzeugungsproducten organischer Körper und den zusammengesetzten Radicalen abgehandelt.

Stickstoff. *Nitrogenium.* *Azotum.* *N.* *Az.*

Vorkommen. Frei in der atmosphärischen Luft, gebunden höchst selten in Fossilien, häufig in thierischen Substanzen.

Bereitung. Man entzieht der atmosphärischen Luft den Sauerstoff durch Verbrennen von Phosphor, durch Schütteln der Luft mit Bleiamalgam oder feuchten Schwefelalkalien; man erhält ihn auch durch Erhitzen von salpetrigsaurem Ammoniak ($\text{H}^3\text{N} + \text{NO}^3 = 3 \text{HO} + 2 \text{N}$), durch Leiten von Chlor in Aetzammoniak. ($4 \text{H}^3\text{N} + 3 \text{Cl} = 3 \text{HCl} + 3 \text{H}^3\text{N} + \text{HCl} + \text{N}$).

Eigenschaften. Permanentes Gas, spec. Gew. = 0,976, ohne Farbe, Geruch und Geschmack, in reinem Zustande irrespirabel, wird nur wenig vom Wasser absorbiert, ohne Reaction, unterhält die Verbrennung nicht, kann auch nicht entzündet werden; lässt sich mit andern Elementen nur in dem Augenblicke, wo er aus einer andern Verbindung frei wird (*in statu nascenti*) verbinden; um sich mit Sauerstoff vereinigen zu können ist ausser dieser Bedingung noch die Gegenwart eines prädisponirenden Körpers (Wasser, Kali, Kalk) erforderlich. (S. Salpeterbereitung). Entzündet man ein Gemeng von Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, so bildet sich Salpetersäurehydrat.

Atmosphärische Luft ist ein Gemeng von 79 Vol. Stickstoff und 21 Vol. Sauerstoff, oder 76,7 Gewichtstheilen Stickstoff und 23,3 Th. Sauerstoff; der Kohlensäuregehalt der Luft ist veränderlich (meist $\frac{1}{2000}$ Vol.), ebenso der Wasserdampf, andre Beimengungen sind zufällig. Um den Sauerstoffgehalt der Luft zu bestimmen, hat man verschiedene Mittel und Instrumente (Eudiometer, Luftgütemesser) vorgeschlagen.

Das Instrument ist eine graduirte Röhre, mit welcher über Quecksilber operirt wird; zur Sauerstoffabsorption hat man angewendet: Stickstoffoxyd, langsam oder schnell verbrennenden Phosphor, Schwefelkaliumlösung, eine mit Stickstoff gesättigte Lösung von Eisenvitriol, Wasserstoff und den electrischen Funken oder Platinschwamm, feinzertheiltes, befeuchtetes Blei, mit Salzsäure oder Schwefelsäure befeuchtetes Kupfer.

O x y d e .

Stickstoffoxydul, NO , $\dot{\text{N}}$, kann bereitet werden durch Auflösen von Zink oder Eisen in verdünnter Salpetersäure, oder durch Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak bis zu 250° ($\text{H}^3\text{N} + \text{NO}^5 = 3 \text{H}^0 + 2 \text{NO}$), oder durch Reduction von Stickstoffoxyd mittels Schwefelwasserstoff, Eisenfeile u. s. w. Coërcibles Gas, spec. Gew. 1,527, farblos, von süsslich angenehmen Geruch und Geschmack, erzeugt beim Einathmen Heiterkeit und einen rauschähnlichen Zustand (daher *Lustgas*), endlich Schlagfluss oder Manie, wird von Wasser und Alkohol absorbirt, ohne Reaction, nicht entzündlich; verbrennliche Körper verbrennen darin mit lebhafterer Flamme, als in atmosphärischer Luft; (ein glimmender Spahn entzündet sich darin).

Stickstoffoxyd, NO^2 , $\ddot{\text{N}}$, bildet sich bei den meisten durch Salpetersäure bewerkstelligten Oxydationsprocessen, wird erhalten, wenn man Metalle in mässig concentr. Salpetersäure auflöst. Farbloses Gas, spec. Gew. 1,0392, irrespirabel, wird wenig vom Wasser absorbirt, reagirt nicht auf Pflanzenfarben, färbt einige thierische Stoffe gelb; in Berührung mit Sauerstoff verwandelt es sich in salpetrige Säure; die meisten entzündeten Körper verlöschen in ihm ausser Phosphor, Kalium und sehr stark glühende Kohle; von Salpetersäure wird es absorbirt, Lösungen von Eisenoxydulsalzen färbt es dunkelbraun; verbindet sich nicht mit Basen.

Salpetrige Säure, NO^3 , $\ddot{\text{N}}$. Mengt man 4 Vol. Stickstoffoxyd mit 1 Vol. Sauerstoff, so erhält man diesen Körper als dunkelrothgelbes, coërcibles Gas, wird bei -20° zu einer farblosen Flüssigkeit condensirt; es ist von erstickendem, stechendem Geruche, zersetzt sich mit Wasser in Salpetersäure und Stickstoffoxyd ($3 \text{NO}^3 + \text{Aq.} = 2 \text{NO}^2 + \text{NO}^5 \text{Aq.}$), färbt organische Substanzen bleibend gelb; ist ein kräftiges Oxydationsmittel, geht mit Schwefelsäure und Wasser eine krystallinische Verbindung ein; wird von ätzenden Alkalien nicht absorbirt; sie verbindet sich nur *in statu nascenti* mit Basen.

Die salpetrigs. Salze, *Nitrites*, entstehen durch gelindes Erhitzen salpetersaurer Alkalien oder durch Digestion von salpeters.

Bleioxyd oder Silberoxyd mit metallischem Blei oder Silber; durch doppelte Wahlverwandtschaft lässt sich von diesen Basen die salpetrige S. auf andre Basen übertragen. Die salpetrigs. Salze entwickeln beim Glühen Sauerstoff und Stickstoff; in Wasser sind sie schwer löslich oder unlöslich, ausser den Alkalisalzen; letztere bräunen das Curcumäpigment; mit verbrennlichen Körpern erhitzt verpuffen sie; mit Schwefelsäure oder Essigsäure übergossen entwickeln sie gelbrothe Dämpfe.

Salpetersäure. *Ac. nitricum.* NO^5 . $\ddot{\text{N}}$.

Vorkommen. Im Regenwasser nach Gewittern, an Basen vorzüglich an Natron oder Kali gebunden im Mineralreiche ziemlich selten.

Bildung. Wenn man durch ein Gemeng von Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff den electrischen Funken schlagen lässt, so bildet sich salpetersaures Ammoniak. Gehen stickstoffhaltige organische Substanzen bei hinreichendem Luftzutritt und Gegenwart von Basen in Fäulniss über, so erzeugen sich salpetersaure Salze.

Der *in statu nascenti* befindliche Stickstoff wird durch die Base disponirt, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden.

Darstellung. 102 Th. salpeters. Kali oder 86 Th. salpeters. Natron werden mit 98 Th. concentrirter Schwefelsäure gemengt und destillirt.

Es ist nothwendig, dass sich ein doppeltschwefels. Salz bildet; zur Sättigung der in den erwähnten Mengen salpetersaurer Salze enthaltenen Basen wären 49 Th. Schwefelsäure hinreichend; allein wollte man nur so viel Schwefelsäure zusetzen, so würde die zuerst ausgetriebene Salpetersäure ziemlich wasserhaltig übergehen, während der zuletzt ausgetriebenen das zu ihrem Bestehen nöthige Wasser fehlen, und sie sich demnach in salpetrige Salpetersäure zersetzen würde.

Eigenschaften. Im wasserfreien Zustande unbekannt; es lassen sich zwei Hydrate der Salpetersäure unterscheiden; das *erste Hydrat* welches $14\frac{0}{100}$ Wasser enthält, $= \ddot{\text{N}}\text{H}$ ist tropfbarflüssig, spec. Gew. $= 1,522$, gefriert bei -40^0 , kocht bei $+86^0$, ist farblos, wird am Sonnenlichte gelblich, salpetrige S. bildend, zieht aus der Luft Wasser an; Eisen, Silber und mehrere andere Metalle

werden davon nicht angegriffen. Das *zweite Hydrat* enthält $40\frac{0}{0}$ Wasser, $= \ddot{\text{N}} + 5 \text{ H}$, ist tropfbarflüssig, spec. Gew. $= 1,42$, kocht bei $+ 123^{\circ}$ wird am Sonnenlichte nicht zersetzt, raucht nicht an der Luft, und erhitzt sich nicht beim Verdünnen mit Wasser, wie das erste Hydrat. Die gewöhnliche conc. Salpeters. steht zwischen diesen beiden Hydraten, ist farblos, von stechendem Geruche und ätzendem Geschmacke, röthet Lackmus, färbt die meisten thierischen Substanzen gelb, giebt ihren Sauerstoff leicht zur Oxydation andrer Körper ab. (S. Oxydationsmethoden der Metalle und Zersetzungsproducte organischer Substanzen durch Salpeters.

Die salpeters. Salze, *Nitrates*, sind im neutralen Zustande ohne Ausnahme in Wasser löslich; die salpeters. Alkalien entwickeln beim Erhitzen Sauerstoff und Stickstoff, die übrigen salpeters. Salze meist salpetrige S. und Sauerstoff, gemengt mit Salpetersäure. Mit verbrennlichen Körpern erhitzt, vorzüglich mit Kohle, verpuffen sie unter Funkensprühen.

Nur durch stärkere Säuren, wie durch Schwefels., wird die Salpeters. aus ihren Salzen ausgetrieben, und bildet dann weisse Dämpfe, welche indessen, wenn rauchende Schwefels. angewendet wurde, oder dem Salze vorher Kohle oder ein Metallpulver beigemengt worden war, pomeranzengelb erscheinen; mit überschüssiger Salzsäure erhitzt, werden diese Salze unter Entwicklung von salpetriger S. und Chlor in Chlormetalle verwandelt. ($\text{KO. NO}^5 + 3 \text{ HCl} = \text{KCl} + 3 \text{ HO} + \text{NO}^3 + 2 \text{ Cl}$). Setzt man zur Auflösung eines salpeters. Salzes etwas Schwefelsäure und ein Eisenoxydulsalz, so färbt sich die Flüssigkeit dunkelbraun.

Salpetrige Salpetersäure, Untersalpeters., $\text{NO}^3 + \text{NO}^5$ oder NO^4 , erhält man am leichtesten durch Erhitzen des salpeters. Bleioxyds ($\text{PbO. NO}^5 = \text{PbO} + \text{O} + \text{NO}^4$). Bei gewöhnlicher Temperatur tropfbarflüssig, roth, bei $- 10^{\circ}$ gelb, bei $- 20^{\circ}$ fast farblos, bei $- 40^{\circ}$ eine weisse feste Masse, verwandelt sich bei $+ 28^{\circ}$ in gelbrothe Dämpfe; durch allmählichen Zusatz von Wasser erleidet sie Farbenveränderungen von gelb durch grün und blau, bis sie farblos wird, zersetzt sich dabei in Stickstoffoxyd und Salpeters. ($3 \text{ NO}^4 = 2 \text{ NO}^5 + \text{NO}^2$); kann sich nicht mit Basen verbinden, zerfällt dadurch in Stickstoffoxyd und Salpetersäure.

Rauchende Salpetersäure ist ein Gemeng von

conc. Salpetersäure mit der vorhergehenden Verbindung; wird erhalten durch Zersetzung von 100 Th. Salpeter mit 49 Th. conc. Schwefelsäure. Je nach ihrem Gehalt an Wasser ist sie bald mehr bald weniger gefärbt; sie entwickelt an der Luft Dämpfe von salpetriger S.; am Lichte wird sie unter Entwicklung von Stickstoffoxyd farblos; spec. Gew. = 1,48 bis 1,50.

Anmerk. Die Verbindungen des Stickstoffs mit Wasserstoff und mit Kohlenstoff sind theils unter den Alkalien (Ammoniak), theils unter den zusammengesetzten Radicalen (Cyan) abgehandelt.

Chlor. Cl. Brom. Br. Jod. J.

Vorkommen. Nie frei. Chlor findet sich am häufigsten an Natrium gebunden im Kochsalz, Bromnatrium und Brommagnesium findet sich im Meerwasser, Steinsalz und Salzsoolen dem Kochsalz beigemengt, unter ähnlichen Verhältnissen kommt auch Jod vor, vorzugsweise findet sich Jodnatrium in der Asche einiger Meerpflanzen; höchst selten fossil an Silber und Zink gebunden.

Darstellung. Chlor wird erhalten, wenn 16 Th. trocknes Kochsalz, $11\frac{1}{2}$ Th. Braunstein mit einem Gemeng von $32\frac{1}{2}$ Th. conc. Schwefelsäure und 16 Th. Wasser erhitzt werden ($\text{MnO}^2 + \text{NaCl} + 2 \text{SO}^3 = \text{NaO} \cdot \text{SO}^3 + \text{MnO} \cdot \text{SO}^3 + \text{Cl}$) oder durch Digestion von Braunstein mit Salzsäure ($\text{MnO}^2 + 2 \text{HCl} = \text{MnCl} + 2 \text{HO} + \text{Cl}$); Brom dadurch, dass in die Mutterlauge von Salzsoolen Chlor geleitet wird ($\text{MgBr} + \text{Cl} = \text{MgCl} + \text{Br}$); die durch freies Brom gelbbraun gewordene Flüssigkeit wird wiederholt mit Aether geschüttelt, welcher, das freie Brom aufnehmend, sich hyacinth-roth färbt; die mit Kali versetzte ätherische Lösung wird abgedampft, aus dem Rückstande durch Schwefelsäure und Braunstein das Brom ausgetrieben und unter Wasser aufgefangen; Jod dadurch, dass die aus der Lösung der Asche von Strandgewächsen nach der Krystallisation zurückbleibende Mutterlauge für sich zur Trockniss abgedampft und aus dem Rückstande (grösstentheils Jodnatrium) durch allmähliges Erhitzen mit Schwefelsäure das Jod sublimirt wird. Jene Mutterlauge kann man auch mit einer Flüssigkeit fällen, welche 1 Th. blauen und $2\frac{1}{4}$ Th. grünen Vitriol enthält;

das präcipitirte Kupferiodür wird durch Schwefelsäure und Braunstein zerlegt. $(2 \text{ FeO} \cdot \text{SO}^3 + 2 \text{ CuO} \cdot \text{SO}^3 + \text{NaI} = \text{Fe}^2 \text{O}^3 \cdot 3 \text{ SO}^3 + \text{Cu}^2 \text{O} \cdot \text{SO}^3 + \text{NaI} = \text{Cu}^2 \text{I} + \text{NaO} \cdot \text{SO}^3)$.

Eigenschaften. Chlor ist ein coërcibles Gas, spec. Gew. 2,44, von erstickendem, stechendem Geruche, irrespirabel, Brom bei gewöhnlicher Temperatur eine dicke zähe, schwarze Flüssigkeit, erstarrt bei -18° zu einer blättrigen Masse, siedet bei $+47^\circ$, stösst aber schon bei gewöhnlicher Temperatur gelbbraune Dämpfe aus, leitet Electricität nicht, hat stechenden Geruch und scharfen Geschmack; Jod bildet graue, graphitähnliche Blättchen (Krystallform rhombisches Oktaeder) verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur etwas, schmilzt bei 107° , siedet bei $+175^\circ$ und bildet veilchenblaue Dämpfe, deren spec. Gew. $= 8,7011$, leitet Electricität nicht, Geruch und Geschmack stechend, weniger scharf als der vom Chlor und Brom. Wasser absorbirt 2 Volumina Chlor, bei starker Abkühlung nimmt es noch mehr auf und bildet damit, gleich dem Brom, ein krystallinisches Hydrat; Alkohol und Aether wird von Chlor zersetzt; Brom löst sich wenig in Wasser auf, leichter in Alkohol, am leichtesten in Aether, Jod löst sich noch weniger in Wasser auf (1 Th. in 7000 Th.) leichter in salzhaltigem Wasser, besser noch in Alkohol und Aether. Organische Körper werden von Chlor zerstört, Lackmus und andre Pflanzenpigmente gebleicht; Brom zerstört ebenfalls alles Organische, färbt es aber zugleich gelb oder braun; Jod bleicht Pflanzenfarben nicht, färbt die Haut vorübergehend, Papier und Holz bleibend braun, Stärkemehl schwarz, braunroth bis blau (je nach der Quantität des Jods). Mit Sauerstoff lassen sich diese 3 Elemente nur *in statu nascenti* und durch prädisponirende Verwandtschaft vereinigen; Jod kann indessen auch durch das erste Hydrat der Salpetersäure oxydirt werden; zum Wasserstoff hat Chlor die stärkste Verwandtschaft, es verbindet sich mit demselben am Sonnenlichte unter Explosion, am Tageslichte allmählig, es entzieht sogar dem Wasser den Wasserstoff; Brom vereinigt sich nur beim Erhitzen mit Wasserstoff, Jod nur *in statu nascenti*. In den Gasen dieser 3 Elemente verlöschen kohlehaltige Brennmaterialien (in Chlorgas brennt Wachlicht einige Zeit fort); dagegen entzündeten sich die mei-

sten Metalle in diesen Gasen und verbrennen mit lebhaftem Lichte.

O x y d e.

Unterchlorige Säure, ClO, bildet sich, wenn Chlor in verdünnte Lösungen von Alkalien oder alkalischen Erden geleitet wird; man stellt sie dar, indem man 1 Th. Quecksilberoxyd mit 10 Th. Wasser in Chlorgas einträgt. ($2 \text{ HgO} + 2 \text{ Cl} = \text{HgO} \cdot \text{HgCl} + \text{ClO}$). Gelbes, coërcibles Gas, zersetzt sich beim Erwärmen unter Explosion, im Sonnenlichte ohne dieselbe, leicht oxydirbare Körper entzünden sich darin; es wird vom Wasser heftig absorbirt, bleicht und zerstört organische Substanzen; verbindet sich nicht mit den Oxyden der schweren Metalle.

Die Salze der unterchlorigen S., *Subchlorites*, bleichen organische Pigmente, werden durch Kochen in Chlormetalle und chlors. Salze zerlegt ($3 \text{ KO} \cdot \text{ClO} = 2 \text{ KCl} + \text{KO} \cdot \text{ClO}^5$); die Säure wird durch stärkere Säuren leicht ausgetrieben.

Chlorige und iodige Säure sind noch problematische Verbindungen.

Chlorsäure, ClO⁵. Bromsäure, BrO⁵. Iodsäure, IO⁵.

Bildung. Diese Säuren entstehen, wenn die entsprechenden Elemente mit starken Basen in Berührung kommen ($6 \text{ KO} + 6 \text{ Cl} = 5 \text{ KCl} + \text{KO} \cdot \text{ClO}^5$); die Säuren des Broms und Iods auch, wenn diese mit Chlor und Wasser oder mit unterchloriger S. zusammengebracht werden, vorzüglich bei Gegenwart von Basen.

($5 \text{ Cl} + 5 \text{ HO} + \text{Br} = 5 \text{ HCl} + \text{BrO}^5$).

Darstellung. Die Barytsalze dieser Säuren zerlegt man durch verdünnte Schwefelsäure oder ihre Kalisalze durch Kieselflussssäure, und dampft die von den Niederschlägen abfiltrirten Lösungen vorsichtig ab.

Eigenschaften. Chlorsäure und Bromsäure sind nur im wasserhaltigen Zustande bekannt, bilden farblose, ölartige Flüssigkeiten; Iodsäure ist im wasserfreien und wasserhaltigen Zustande krystallisirbar, farblos, luftbeständig, löslich in Wasser; diese 3 Säuren haben scharf sauren Geschmack, keinen Geruch, röthen Lackmus anfangs und

bleichen es später; Bromsäure und Iodsäure werden beim Erhitzen in ihre Elemente zerlegt, Chlorsäure verwandelt sich in chlorige S. und Ueberchlors. ($2 \text{ClO}^5 = \text{ClO}^3 + \text{ClO}^7$).

Diese 3 Säuren geben ihren Sauerstoff sehr leicht an andre Körper ab, und sind daher kräftige Oxydationsmittel; mit Basen bilden sie Salze, von denen die chlorsauren in Wasser ohne Ausnahme löslich sind, von den bromsauren Salzen sind einige unlöslich, von den iodsauren die meisten; für sich geglüht verwandeln sie sich unter Sauerstoffentwicklung in die entsprechenden Chloride, Bromide oder Iodide; bei gelindem Erhitzen werden chlors. Salze in ein überchlors. Salz, ein Chlormetall und Sauerstoff zerlegt ($2 \text{KO} \cdot \text{ClO}^5 = \text{KCl} + \text{KO} \cdot \text{ClO}^7 + 4 \text{O}$). Mit verbrennlichen Körpern erhitzt verpuffen sie, am heftigsten die chlorsauren Salze.

Ueberchlorsäure, ClO^7 . Ueberiodsäure, IO^7 .

Die erstre bildet sich beim Erhitzen von Chlorsäure oder einem chlorsauren Salze, die letztre durch Behandlung eines iodsauren Alkalis mit unterchloriger S. oder mit Chlor und einem ätzenden Alkali. Beide Säuren bilden weisse, an der Luft zerfliessliche, ohne Zersetzung schmelzbare, krystallinische Körper, sie sind geruchlos, schmecken und reagiren sauer. Ueberchlorsäure lässt sich unzersetzt destilliren, hält den Sauerstoff ziemlich fest gebunden, löst Eisen und Zink unter Wasserstoffentwicklung auf; Ueberiodsäure zersetzt sich bei stärkerm Erhitzen in Iodsäure und Sauerstoff.

Die Ueberchlorsäure bildet mit Basen meist lösliche Salze, die beim Glühen sich in Chlormetalle verwandeln, beim Erhitzen mit verbrennlichen Körpern verpuffen. Ueberiodsäure bildet mit Basen neutrale und basische Salze.

Wasserstoffsäuren. HCl . HBr . HI .

Vorkommen. Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) findet sich frei in vulcanischen Exhalationen und Gewässern, im Magensaft vieler Thiere, Brom- und Iodwasserstoffsäure kommen nirgends in der Natur vor.

Darstellung. Wasserfreie Chlorwasserstoffsäure wird bereitet aus 100 Th. Kochsalz und 84 Th. Schwefelsäure v. 1,85 spec. Gew. ($\text{NaCl} + \text{SO}^3 + \text{HO} = \text{NaO} \cdot \text{SO}^3 + \text{HCl}$); um sie wasserhaltig zu bereiten, wendet man verdünnte Schwefelsäure an. Brom- und Iodwasserstoff wird erhal-

ten, durch Erhitzen von Brom- oder Iodphosphor mit etwas Wasser ($P^2 I^3 + 3 HO = P^2 O^3 + 3 HI$); wasserhaltig bereitet man sie, wenn man Brom oder Iod mit Wasser und Schwefelwasserstoff in Berührung bringt ($I + HS = S + HI$).

Eigenschaften. Coërcible, farblose Gase, von erstickendem Geruche, irrespirabel, bilden an der Luft weissen Rauch, röthen Lackmus, werden vom Wasser mit der grössten Heftigkeit absorbirt; wässrige Chlor- und Bromwasserstoffsäure rauchen im conc. Zustande an der Luft, bleiben aber übrigens unverändert; Iodwasserstoffsäure zieht Sauerstoff an und Iod scheidet sich allmählig in Krystallen aus. Digerirt man diese wässrigen Säuren mit Salpeters., so wird Chlor, Brom oder Iod ausgeschieden.

Königswasser, ein Gemeng von Salpeters. und Chlorwasserstoffs., verdankt seine Eigenschaften hauptsächlich freiem Chlor, $NO^2 + HCl = NO^4 + HO + Cl$.

Brom- und Iodwasserstoffs. werden durch Chlor, Iodwasserstoffs. auch durch Brom, so wie auch durch conc. Schwefels. zersetzt. ($HBr + Cl = HCl + Br$ und $HI + SO^3 = HO + I + SO^2$).

Mit Sauerstoffbasen bilden diese Säuren Wasser und Chlor-Brom oder Iodmetalle ($PbO + HCl = HO + PbCl$).

Beim Glühen im verschlossnen Raume werden diese Verbindungen meist nicht zersetzt, an der Luft dagegen erhitzt, oxydirt sich das Metall, Chlor, Brom oder Iod entweicht. Die Chlormetalle sind in Wasser löslich, ausser Silber- und Bleichlorid und Quecksilberchlorür, schwerer löslich sind die entsprechenden Brommetalle, fast unlöslich die Iodmetalle. Aus den Lösungen dieser Verbindungen bewirkt salpeters. Silberoxyd weisse, käsige Niederschläge, die in Salpeters. unlöslich sind; sie unterscheiden sich dadurch, dass das Chlorsilber am Lichte sich am schnellsten, langsamer das Bromsilber, am spätesten Iodsilber schwärzt, und dadurch, dass das erste von Aetzammoniak leicht, das andre schwer und das letzte fast gar nicht aufgelöst wird. Durch Bleisalze werden die Chlor- und Brommetalle aus ihren Lösungen weiss gefällt, das Chlorblei löst sich aber im Kochen wieder auf, und scheidet sich beim Erkalten in Nadeln aus; Bromblei wird durch Kochen nicht aufgelöst; Iodmetalle werden durch Bleisalze gelb gefällt. Mit Salpetersäure digerirt, wird aus diesen Verbindungen das negative Element ausgetrieben, aus den Brom- und Iodmetallen die negativen Elemente auch durch Chlor; freies

Chlor erkennt man in einer Flüssigkeit an der Eigenschaft derselben echte Goldblättchen aufzulösen, freies Brom an der gelbrothen Färbung der Flüssigkeit, und freies Iod an der hellbraunen Färbung, die in geringster Menge noch Stärkmehl blau färbt. Trockne Brommetalle mit conc. Schwefelsäure übergossen und erhitzt, entwickeln hyacinthrothe, trockne Iodmetalle, eben so behandelt, veilchenblaue Dämpfe ($\text{Na Br} + \text{HO} + 2 \text{SO}^3 = \text{NaO} . \text{SO}^3 + \text{HO} + \text{SO}^2 + \text{Br}$).

Chlorstickstoff, NCl^3 , entsteht, wenn man in Salmiaklösung Chlor leitet ($\text{H}^4\text{NCl} + 6 \text{Cl} = 4 \text{HCl} + \text{NCl}^3$), ist eine ölartige Flüssigkeit, welche bei $+ 71^\circ$ unverändert destillirt werden kann, bei 100° aber mit der grössten Heftigkeit explodirt; dasselbe geschieht durch Baumöl, Terpenthin, Kaoutchouk, Phosphor. Chlor geht mit Schwefel eine, mit Kohlenstoff drei Verbindungen ein, auch eine mit Kohlenoxyd, Phosgengas genannt, da es sich nur am Lichte bildet. Brom verbindet sich auch mit Stickstoff, Schwefel, Kohlenstoff und Chlor, Jod mit Stickstoff, Schwefel, Chlor und Brom, nicht aber mit Kohlenstoff.

Fluor. Fl.

Dieses Element ist im freien Zustande unbekannt, da es, sobald es aus einer Verbindung ausgeschieden wird, sich sogleich mit der Substanz der angewendeten Gefässe verbindet. Gebunden findet es sich in der Natur vorzüglich an Kalk im Flusspath, und an Aluminium im Topas.

Es verbindet sich nicht mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Kohlenstoff oder Stickstoff.

Fluorwasserstoffsäure, Flusssäure, HFl . In einer Bleiretorte erhitzt man gleiche Theile Flusspath und conc. Schwefelsäure; in einer abgekühlten Vorlage von Blei oder Platin fängt man die Säure auf ($\text{Ca Fl} + \text{HO} + \text{SO}^3 = \text{CaO} . \text{SO}^3 + \text{HFl}$); sie bildet eine farblose Flüssigkeit, kocht schon bei $+ 15^\circ$, gefriert nicht, riecht stechend, bringt auf der Haut Eiterblasen hervor, raucht an der Luft, verbindet sich mit Wasser unter Wärmeentwicklung, ätzt Glas, verbindet sich mit den meisten Metallen unter Wasserstoffentwicklung, nicht aber mit Gold, Platin und Blei, färbt Fernambukpigment gelb; sie bildet mit Sauerstoffbasen Fluormetalle.

Diese werden beim Glühen nicht zersetzt, sind unlöslich oder schwer löslich; man erkennt sie am besten daran, dass sie mit Schwefelsäure erhitzt, weisse Dämpfe entwickeln, welche Glas ätzen und Fernambuk gelb färben.

Schwefel. S. Selen. Se.

Vorkommen. Schwefel kommt frei in der Nähe von Vulkanen, oft krystallisirt, auch in verschiedenen Gesteinen pulverförmig eingesprengt vor, gebunden findet er sich an Sauerstoff, Wasserstoff und Metalle (Kiese, Blenden) auch in einigen organischen Körpern; Selen trifft man nur sparsam in der Natur an Metalle gebunden, meist Schwefelmetallen beigemengt an.

Darstellung. Im Grossen trennt man den natürlichen Schwefel durch blosses Ausschmelzen oder Destilliren von den erdigen Theilen oder erhitzt Schwefelkies (FeS^2) in eisernen oder thönernen Cylindern, und fängt den Schwefeldampf in eisernen Kolben auf ($4 \text{ Fe}^4 \text{ S}^2 = \text{Fe}^4 \text{ S}^5 + 3 \text{ S}$).

Man bringt auch Schwefelkies in eigens construirte Oefen mit langen liegenden Rauchfängen, und zündet das Erz von unten her an, das darüber liegende Erz wird dadurch erhitzt, giebt Schwefel ab, und entzündet sich endlich selbst, um das höher liegende Erz auf gleiche Weise zu zersetzen.

Der so erhaltene, pulvrige Schwefel, *Rohschwefel*, wird geschmolzen, abgeschäumt und in genässte Formen gebracht, *Stangenschwefel*. Man reinigt ihn durch Erhitzen in gusseisernen Gefässen, aus welchen er in geräumige Kammern geleitet, und als feines Pulver, *Schwefelblumen*, gesammelt wird; durch Abwaschen mit Wasser wird er von anhängender schwefliger Säure gereinigt. Sehr fein vertheilt erhält man den Schwefel durch Präcipitation, indem man fünffach Schwefelkalium in Wasser löst und mit Schwefelsäure fällt ($\text{KS}^5 + \text{H}^0 + \text{SO}^3 = \text{KO. SO}^3 + \text{HS} + 4 \text{ S}$) *Schwefelmilch*.

Selen erhält man durch Erhitzen von selenhaltigem Schwefel mit Braunstein (hierbei entweicht schweflige S., während Selen sich sublimirt); oder durch Erhitzen von selenigs. Natron mit Salmiak ($\text{NaO. SeO}^2 + \text{H}^4\text{NCl} = \text{NaCl} + \text{H}^0 +$

H + N + Se), oder durch Auflösen von Schwefelselen in Kalilauge und Verdünnen mit Wasser; (Selen scheidet sich alsdann an der Luft allmählig aus).

Eigenschaften. Der Schwefel krystallisirt aus Lösungen in spitzen Rhombenoktaedern, beim Schmelzen oder Sublimiren in schiefen rhombischen Säulen; der präcipitirte ist amorph; spec. Gew. 2,0, spröd, negativ idioelectrisch, leitet Wärme schlecht, schmilzt bei $+ 111^{\circ}$ zu einer hellgelben, dünnflüssigen Masse, welche bei $+ 160^{\circ}$ braun, dick und zähe wird, geräth bei 316° ins Kochen, und verwandelt sich in braunrothen Dampf; nur in oktaedrischer Form ist der Schwefel etwas durchscheinend; krystallisirt ist er von gelber, amorph von grauweisser Farbe, geschmack- und geruchlos, unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol und Aether, leicht in fetten Oelen, Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel. Schwefeldampf verbindet sich mit vielen Metallen unter Feuererscheinung; an der Luft bis $+ 293^{\circ}$ erhitzt, entzündet sich der Schwefel und verbrennt mit blauer Flamme zu schwefliger S.

Selen zeigt nichts Krystallinisches, ist in compacter Gestalt bleigrau, metallglänzend, spröd, fein vertheilt bildet es ein ziegelrothes Pulver, negativ idioelectrisch, leitet Wärme schlecht, schmilzt über 100° und verwandelt sich erst bei höheren Temperaturen in dunkelgelbe Dämpfe, geruch- und geschmacklos, löst sich nicht in Wasser, Alkohol oder Aether, wohl aber in conc. Schwefelsäure und in fetten Oelen; an der Luft erhitzt verbrennt es zu Selenoxyd, in Sauerstoff zu seleniger S. mit blauer Flamme.

O x y d e.

Unterschweflige Säure, S^2O^2 , bildet sich beim Auflösen von Schwefel in ätzenden Alkalien ($3 KO + 4 S = KO. S^2O^2 + 2 KS$), bei Digestion von Schwefel mit schwefligs. Salzen ($KO. SO^2 + S = KO. S^2O^2$), oder bei Digestion von Zink mit schwefliger S. ($3 SO^2 + 2 Zn = ZnO. SO^2 + ZnO. S^2O^2$); diese Säure lässt sich nicht unzersetzt von Basen trennen, sie zerfällt sogleich in Schwefel und schweflige S. Die unterschwefligs. Salze sind meist in Wasser löslich.

Man nimmt die unterschweflige S. als aus 2 At. S und 2 At. O zusammengesetzt an, weil sich in den Salzen der Sauerstoff der Säure zu dem der Base $= 2 : 1$ verhält.

Selen oxyd, SeO , bildet sich beim Erhitzen des Selens an der Luft; ein farbloses rettigähulich riechendes Gas, verbindet sich weder mit Säuren noch mit Basen.

Schweflige Säure, SO^2 , findet sich in vulcanischen Gegenden sowohl im gasförmigen Zustande, als aufgelöst in Quellwässern; bildet sich beim Verbrennen des Schwefels, Rösten der Schwefelmetalle, beim Kochen von conc. Schwefelsäure mit Kohle, Silber, Quecksilber oder Kupfer, wird meist erhalten durch Kochen von Schwefelsäure mit gleichen Theilen Quecksilber oder durch Erhitzen von Schwefel mit Braunstein.

Diese Säure ist ein farbloses Gas, wird durch Druck und schon bei -20° tropfbarflüssig, durch eigene Verdunstung wird die Flüssigkeit bald so abgekühlt, dass sie zu einer weissen Masse erstarrt, von erstickendem Geruche, höchst widrigem Geschmacke, wird von Wasser und Alkohol heftig absorbirt, die wässrige Lösung zieht an der Luft Sauerstoff an und bildet Schwefelsäure, giebt bei niedern Temperaturen mit Wasser ein krystallinisches Hydrat, röthet anfangs Lackmus, bleicht es aber bald, so wie alle organischen Pigmente.

Sie reducirt beim Erwärmen die Oxyde der edeln Metalle, verwandelt Eisen- und Kupferoxyd in Oxydule; in Berührung mit Schwefelwasserstoff zersetzt sie sich in Wasser und Schwefel ($\text{SO}^2 + 2 \text{HS} = 3 \text{S} + 2 \text{HO}$).

Zu Basen hat sie wenig Verwandtschaft; die schwefligs. Alkalien sind in Wasser löslich, andre Salze dieser Säure nicht; durch stärkere Säuren wird sie unter Aufbrausen ausgetrieben und an ihrem Geruche und ihrer Reaction auf Lackmus leicht erkannt.

Selenige Säure, SeO^2 , wird durch Verbrennung des Selens in Sauerstoff oder Behandlung desselben mit Salpetersäure erhalten. Weisse Masse, welche beim Erhitzen sich, ohne zu schmelzen, in einen gelben Dampf verwandelt und beim Erkalten in glänzenden, vierseitigen Prismen wieder festsetzt, von saurem Geschmacke, zieht aus der Luft Wasser an; löst sich leicht in Wasser und Alkohol, bildet mit Wasser ein krystallinisches Hydrat, röthet Lackmus.

Von den neutralen selenigs. Salzen sind nur die alkalischen in Wasser löslich; aus ihren Auflösungen bewirken Silber- und Bleisalze weisse, in Salpeters. unlösliche Niederschläge, durch Baryt- und Strontian-Enteichung entsteht ein in Säure lösliches Präcipitat. Die freie Säure sowohl als die an Basen gebundene wird aus ihren Lösungen durch schweflige S. zu Selen reducirt, welches als rothes Pulver sich allmählig ausscheidet, beim Erwärmen bückt es zusammen und wird schwarz ($\text{SeO}_2 + 2 \text{SO}_2 = \text{Se} + 2 \text{SO}_3$). Schwefelwasserstoff schlägt selenige S., sei sie frei oder gebunden, gelb nieder. Zink, in die Lösung seleniger S. oder eines angesäuerten selenigs. Salzes gestellt, überzieht sich mit einer kupferfarbuen Haut. Erhitzt man in einer Glasröhre ein selenigs. Salz, gemengt mit Salmiak, so sublimiren sich anfangs Tropfen von Selen, die zu einem grauen, metallglänzenden, hie und da roth durchscheinenden Ringe erstarren.

Unterschwefelsäure, S^2O_5 , bildet sich, wenn schweflige S. mit Braunstein in Berührung kommt ($2 \text{MnO}_2 + 3 \text{SO}_2 = \text{MnO} \cdot \text{SO}_3 + \text{MnO} \cdot \text{S}^2\text{O}_5$), die Flüssigkeit wird mit Schwefelbaryum gefällt, filtrirt und der unterschwefels. Baryt durch Schwefels. zersetzt. Sie ist tropfbarflüssig, farblos, ohne Geruch, schmeckt und reagirt sauer, kann nicht ohne Wasser bestehen, zersetzt sich beim Erhitzen ($\text{S}^2\text{O}_5 = \text{SO}_2 + \text{SO}_3$), wird in der Kälte weder durch Chlor, noch durch Salpetersäure in Schwefelsäure verwandelt, löst Zink und Eisen unter Wasserstoffentwicklung auf.

Ihre Salze sind sämmtlich in Wasser löslich und meist krystallisirbar, durch Erhitzen werden sie unter Entwicklung von schwefliger S. in neutr. schwefels. Salze verwaandelt.

Schwefelsäure. SO_3 . Selensäure. SeO_3 .

Vorkommen. Freie Schwefelsäure findet sich in einigen Gewässern vulcanischen Ursprungs, sehr häufig an Basen gebunden. Selensäure nur Kunstproduct.

Bildung. Schwefelsäure erzeugt sich, wenn wässrige schweflige S. der Luft ausgesetzt ist, wenn schweflige S. und salpetrige S. mit Wasser in Berührung kommen ($\text{SO}_2 + \text{NO}_3 + 2 \text{HO} = \text{SO}_3 + 2 \text{HO} + \text{NO}_2$), schweflige S. mit Hyperoxyden ($\text{PbO}_2 + \text{SO}_2 = \text{PbO} \cdot \text{SO}_3$) oder mit Chlor und Wasser ($\text{SO}_2 + \text{HO} + \text{Cl} = \text{SO}_3 + \text{HCl}$) in Wechselwirkung gesetzt wird, wenn schweflige S., Sauerstoff und Wasserdämpfe über Platinschwamm geleitet werden; durch Ver-

puffen von Schwefel mit salpeters. Salzen, durch Verwittern mancher Schwefelmetalle.

Darstellung. Schwefelsäure erhält man *wasserfrei* durch Glühen von trockenem basisch schwefels. Eisenoxyd oder durch gelindes Erhitzen der rauchenden Schwefelsäure; das erste Hydrat durch Abkühlen rauchender Schwefelsäure, das zweite Hydrat durch Concentriren der englischen Schwefelsäure in Glas- oder Platingefässen, das dritte durch Concentriren wasserhaltiger Schwefelsäure in Bleigefässen. *Nordhäuser Vitriolöl, rauchende Schwefelsäure.* Eisenvitriol wird zunächst calcinirt (theilweise entwässert und höher oxydirt) und dann in steingutnen Cylindern der Weissglühhitze ausgesetzt).

In die Vorlage geht ein Gemeng des ersten und zweiten Hydrats der Schwefelsäure, zurück bleibt Eisenoxyd (*Colcothar, caput mortuum vitrioli*).

Englische Schwefelsäure: Stickstoffoxyd, atmosphärische Luft, schweflige S. und Wasserdämpfe werden in grosse Behälter von Blei (Bleikammern) geleitet; zum vollkommenen Gelingen des Processes muss mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser in die Bleikammern eingetragen werden; in diese schlägt sich die gebildete Schwefelsäure nieder. Da die vorgeschlagene Flüssigkeit nicht vollkommen mit Schwefelsäure gesättigt werden darf, so wird die so erhaltene verdünnte Schwefelsäure noch durch Kochen in Blei- oder Platingefässen concentrirt.

Selensäure erhält man dadurch, dass ein selenigs. Salz durch Zusammenschmelzen mit Salpeter in ein selens. Salz verwandelt, die Selens. an Bleioxyd gebunden und von demselben durch Schwefelwasserstoff getrennt wird.

Eigenschaften. Wasserfreie Schwefelsäure ist bei niederer Temperatur krystallinisch, asbest- oder eisartig, biegsam, knetbar, schmilzt bei $+20^{\circ}$ und kocht bei 30° , bildet ein farbloses Gas, mit Baryt, Kalk und Talkerde verbindet sie sich unter Feuererscheinung, mit wenig Wasser unter Explosion; aus der Luft Wasser anziehend, bildet sie weisse Nebel, mit Schwefel braune, blaue und grüne Verbindungen. Erstes Hydrat $= \text{S}^2 + \text{H}$, blättrig, krystallinisch, verbreitet an der Luft weisse Nebel, indem sie sich in das zweite Hydrat und wasserfreie Schwe-

felsäure zerlegt. Zweites Hydrat = $\ddot{S}\dot{H}$, farblose Flüssigkeit, spec. Gew. 1,85 siedet bei $+ 326^{\circ}$, gefriert bei $- 34^{\circ}$. Drittes Hydrat = $\ddot{S}\dot{H}^2$ bildet bei $+ 4^{\circ}$ grosse Krystalle, spec. Gew. 1,78, siedet bei $+ 224^{\circ}$. Viertes Hydrat = $\ddot{S}\dot{H}^3$ bei seiner Bildung aus 6 Th. wasserfreier Schwefels. und 4 Th. Wasser, findet die stärkste Verdichtung und Wärmeentwicklung statt, spec. Gew. = 1,632 verliert über 100° einen Theil seines Wassers. Diese wasserhaltigen Schwefelsäuren und die Selensäure (welche nur im wasserhaltigen Zustande bekannt ist) sind farb- und geruchlos, erhitzen sich beim Mischen mit Wasser, schmecken ätzend sauer, röthen Lackmus, zerstören alle organischen Substanzen, verkohlen sie und färben sich damit schwarz. Schwefelsäure lässt sich unverändert über destilliren, Selensäure zersetzt sich bei $+ 290^{\circ}$ in selenige S. und Sauerstoff; beide treiben die meisten Säuren aus ihren Verbindungen aus.

Die schwefels. und selens. Salze sind einander isomorph; die Verbindungen dieser Säuren mit Metalloxyden werden durch Glühen meist zersetzt; die neutralen und sauren Salze dieser Säuren sind in Wasser löslich, ausser den Baryt- Strontian- Kalk- und Bleisalzen; in Alkohol sind sie grösstentheils unlöslich.

Selbst aus den verdünntesten Lösungen werden beider Säuren Salze durch Barytsalze gefällt, die weissen Niederschläge sind in keiner Säure löslich; ebenso verhalten sich Bleisalze dagegen; deren Niederschläge lösen sich aber in kochender Salpetersäure. Durch Schwefelwasserstoff oder schweflige S. werden weder Schwefels. noch Selens. verändert, Selens. wird durch Kochen mit Salzs. in selenige S. verwandelt ($SeO^3 + HCl = SeO^2 + HO + Cl$). Mit Salmiak erhitzt, geben die selens. Salze Selen aus; hierdurch lassen sie sich am besten von den schwefelsauren unterscheiden.

Wasserstoffsäuren.

Hydrothionige Säure, HS^5 , eine Lösung von Fünffachschwefelkalium wird in Salzsäure getropfelt, so dass jedoch die Flüssigkeit sauer bleibt. Oelartige, gelbliche Flüssigkeit von widerlichem Geruche, bleicht Lackmus, zersetzt sich leicht, entzündlich.

Hydrothionsäure, Schwefelwasserstoff, HS. **Hydroselensäure Selenwasserstoff, H Se.** Die erstere findet sich in einigen Quellen und bildet sich oft bei der Fäulniss thierischer Substanzen, Selenwasserstoffsäure ist nur Kunstproduct; beide werden gewöhnlich erhalten, indem man Schwefeleisen oder Seleneisen durch Schwefels. oder Salzs. zerlegt. Sie bilden farblose, coërcible, irrespirable Gase, röthen Lackmus, werden vom Wasser absorbirt, durch Sauerstoff allmählig, durch Chlor sogleich zersetzt; mit Metalloxyden bilden sie Wasser und Schwefel- oder Selenmetalle, die meist gefärbt sind (S. unten allgemeine Betrachtungen über Metalle), entzündet verbrennen sie mit blasser Flamme. Schwefelwasserstoff riecht nach faulen Eiern, Selenwasserstoff dem ähnlich, aber zugleich stechend scharf, bewirkt Entzündung der Nasenschleimhaut.

Schwefelkohlenstoff, Schwefelalkohol, CS², bildet sich, wenn Schwefeldämpfe mit glühenden Kohlen in Berührung kommen, man leitet daher zu seiner Darstellung Schwefeldampf über glühende Kohlen, oder glüht Kohle mit Schwefelkies (FeS²) und fängt die entwickelten Dämpfe in einer stark abgekühlten Vorlage auf. Dünnflüssig, stark lichtbrechend, siedet bei +46°, ist nicht zum Gefrieren zu bringen, von durchdringend scharfem, rettigartigem Geruch, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether, leicht entzündlich, verbrennt mit blauer Flamme.

Phosphor. P. Arsen. As.

Vorkommen. Phosphor meist oxydirt und an Kalk gebunden, nicht oxydirt in einigen organischen Substanzen (Eiweiss, Hirnfett); Arsen nur im Mineralreiche frei im gediegenen Arsen, ausserdem gebunden an Sauerstoff, Schwefel und Metalle.

Darstellung. Phosphor: unreine Phosphorsäure wird mit Kohle gemengt, und ganz allmählig bis zum Weissglühen erhitzt, oder Knochenkohle und Quarzpulver werden heftiger Glühhitze ausgesetzt ($\text{Ca}^s \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{P}}}^3 + 15 \text{ C} + 16 \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Si}}} = 8 \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Ca}}} \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Si}}}^2 + 15 \text{ C} + 6 \text{ P}$); die entwickelten Dämpfe werden in Wasser aufgefangen, der gesammelte Phosphor unter Was-

ser umgeschmolzen, in Glasröhren gegossen und von den Unreinigkeiten getrennt. Arsen: Arsenikkies wird für sich geglüht oder arsenige S. mit kohlensaurem Kali und Kohle ($\text{FeAs}^2 + \text{FeS}^2 = 2 \text{FeS} + 2 \text{As}$ oder $\text{As}^2\text{O}^3 + \text{KO} \cdot \text{CO}^2 + 3 \text{C} = \text{KO} + \text{CO}^2 + 3 \text{CO} + 2 \text{As}$), Arsen sublimirt sich.

Eigenschaften. Phosphor: bei gewöhnlicher Temperatur fest, von Wachscconsistenz, bei 0° spröde, krystallisirt in Rhombendodekaëdern, spec. Gew. 1,77; schmilzt bei 35° , siedet bei 290° (im sauerstofffreien Raume), durchscheinend und klar; unter Wasser weiss, am Lichte roth werdend; verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur etwas, stösst an der Luft weisse, kloblauchartig riechende Dämpfe (phosphorige S.) aus, die im Dunkeln leuchten; geschmolzen und in Wasser gegossen erstarrt er sehr langsam; mit Alkohol und Aether geschüttelt kann er als weisses Pulver erhalten werden; durch schnelle Erkältung schmelzenden Phosphors wird er zuweilen schwarz, durch Umschmelzen wieder farblos; löst sich in Oelen, in Schwefelkohlenstoff, Chlorphosphor und Schwefelphosphor, auch in Alkohol und Aether; bis $+75^\circ$ erhitzt, entzündet er sich an der Luft und verbrennt mit blendender, weissgelber Flamme und dichtem, weissem Rauch (Phosphorsäure); durch Reiben wird er auch leicht entzündet.

Arsen: fest, stahl- oder bleigrau, metallglänzend, von blättrigem Bruch, spröde, leicht pulverisirbar, krystallisirt in Oktaëdern oder quadratischen Säulen, spec. Gew. = 5,7 leitet Electricität nicht, schmilzt nicht, verwandelt sich bei $+180^\circ$ in grauweisse, knoblauchartig riechende Dämpfe, mit welchen sich einige Metalle unter Feuererscheinung verbinden; an der Luft verliert es seinen Metallglanz, indem es Sauerstoff anzieht (Suboxyd); in Sauerstoff verbrennt es mit blassblauer Flamme (arsenige S.).

O x y d e.

Arsensuboxyd, bräunlichgraues Pulver; zersetzt sich an der Luft in freies Arsen und arsenige S.

Roths Phosphoroxyd (P^3O^2) bildet sich, wenn Phosphor unter Wasser geschmolzen und mit Sauerstoff in Berührung gebracht wird: zinnoberroth, geruch- und geschmacklos, schwer schmelzbar, erst in der Rothglühhitze sich entzündend, unlöslich

in Wasser, Alkohol, Aether und Oelen, leuchtet nicht im Dunkeln, wird durch Glühen in verschlossenen Gefässen in Phosphor und Phosphorsäure verwandelt.

Unterphosphorige Säure, P^2O , wird durch Kochen von Barytlösung oder von andern Alkalien mit Phosphor erzeugt; den unterphosphorigs. Baryt zersetzt man zu ihrer Darstellung mit Schwefelsäure ($8 P + 3 BaO + 3 HO = 3 BaO . P^2O + H^3P^2$). Farblose Flüssigkeit, von scharfem Geschmack, röthet Lackmus, kann nicht ohne Wasser bestehen, zersetzt sich beim Erhitzen ($2 P^2O + 3 HO = P^2O^5 + H^3P^2$), reducirt die Oxyde der edeln Metalle, bildet mit den übrigen Sauerstoffbasen lösliche Salze, die beim Glühen unter Entwicklung von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoff zersetzt werden ($2 BaO . P^2O + 3 HO = 2 BaO + P^2O^5 + H^3P^2$).

Phosphorige Säure, P^2O^3 , erhält man wasserfrei, wenn Phosphor bei geringem Luftzutritt erhitzt wird, wasserhaltig, wenn Phosphorchlorür mit Wasser erwärmt wird ($P^2Cl^3 + 3 HO = 3 HCl + P^2O^3$). Wasserfrei bildet sie ein weisses Mehl von Knoblauchgeruch und stechendem Geschmacke, im sauerstofffreien Raume sublimirbar, an der Luft entzündlich, bildet mit Wasser ein krystallinisches Hydrat, löst sich leicht in Wasser auf, röthet Lackmus, oxydirt sich leicht zu Phosphorsäure, reducirt die Oxyde der edeln Metalle, zersetzt sich beim Erhitzen mit Wasser ($4 P^2O^3 + 3 HO = 3 P^2O^5 + H^3P^2$).

Die phosphorigs. Salze sind im Wasser unlöslich ausser den Alkalisalzen, werden beim Erhitzen in phosphors. Salze verwandelt, die wasserhaltigen entwickeln dabei Wasserstoff oder Phosphorwasserstoff.

Phosphatige Säure ist ein durch langsame Oxydation des Phosphors (in einzelnen Glasröhren) gebildetes Gemeng von phosphoriger S. und Phosphorsäure.

Arsenige Säure, As^2O^3 , findet sich natürlich als *Arsenblüthe*, wird im Grossen unter dem Namen weisser Arsenik, Giftmehl, Hüttenrauch, durch Lösen arsenhaltiger Erze in Oefen mit eigenthümlichen Rauchfängen bereitet, in welchen sich die arsenige S. condensirt; die so gewonnene pulverförmige Säure wird durch Sublimiren in cylindrischen, eisernen Gefässen in compactem Zustande erhalten.

Glasartige, spröde, durchscheinende Masse, die allmählig, ohne eine chemische Veränderung zu erleiden, milchweiss und undurchsichtig wird, oder weisses, krystallinisches Mehl, Oktaëder und Tetraëder zuweilen auch sechsseitige, biegsame Nadeln, von scharfem, hintennach süsslichem Geschmacke, sehr giftig, geruchlos, ohne Zersetzung sublimirbar, löst sich wenig in kaltem, leichter in heissem Wasser, röthet Lackmus; in verdünnter, kochender Salzsäure gelöst, leuchtet sie im Dunkeln während des HerauskrySTALLISIRENS sehr stark.

Die arsenigs. Salze werden durch heftiges Glühen unter Entwicklung von etwas Arsen in arsens. Salze verwandelt; beim Glühen mit Kohle und Borsäure oder kohlen. Alkali entwickeln sie Knoblauchgeruch, und setzen in einer Glasröhre einen stahlgrauen Metallring an, welcher nach innen zu krystallinisch erscheint, und ohne zu schmelzen höher sublimirt werden kann; in Wasser sind sie unlöslich ausser den arsenigs. Alkalien; letztere bräunen im neutralen Zustande Curcumäpigment. Aus ihren Auflösungen bewirkt salpeters. Silberoxyd einen gelben, in Salpetersäure und in Essigsäure so wie in Aetzammoniak leicht löslichen Niederschlag; eine Lösung freier arseniger S. wird durch jenes Reagens blassgelb gefärbt; Bleisalze erzeugen in den Lösungen arsenigs. Salze weisse, in Salpetersäure leicht lösliche Fällungen; Barytsalze verursachen nur in neutralen oder alkalischen Lösungen eine Fällung von arsenigs. Baryt; Schwefelwasserstoff färbt die Lösung freier arseniger S. nur gelb, aus den sauren Lösungen der Salze bringt es einen gelben, in Alkalien und Schwefellebern leicht löslichen Niederschlag hervor. Freie arsenige S. wird noch aus sehr verdünnten Auflösungen durch Kalkwasser gefällt.

Phosphorsäure. P^2O^5 . **Arsensäure.** As^2O^5 .

Vorkommen. Phosphorsäure: an verschiedene Basen gebunden im Mineralreiche, an Kalk vorzüglich in den Knochen, an Talkerde in den Samen der Gräser, höchst selten frei im thierischen und pflanzlichen Organismus. Arsensäure im Mineralreiche an Basen gebunden.

Darstellung. Phosphorsäure: wasserfrei durch Verbrennen von Phosphor in Sauerstoff; wasserhaltig durch Eintragen von Phosphor in Salpetersäure oder durch Auflösen von Knochenerde (Ca^3P^3) in Salpetersäure, Fällen

mit essigs. Bleioxyd und Zersetzen des phosphors. Bleioxyds mit Schwefelsäure und Alkohol, Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit und Glühen; kalkhaltig gewinnt man sie durch unmittelbare Zersetzung der Knochenerde mit Schwefelsäure und Zusatz von Alkohol. Arsensäure durch Kochen von 1 Th. arseniger S. mit 12 Th. Salpeters. und 1 Th. Salzs., Abdampfen und gelindes Glühen im Platintiegel.

Eigenschaften. Wasserfreie Phosphorsäure: weisse, schwer schmelzbare und schwer zu verflüchtigende Flocken; wasserfreie Arsensäure, milchweisse feste Masse, beim Schmelzen durchsichtig werdend; beide Säuren ziehen aus der Luft Wasser an, zerfliessen und können bei einer gewissen Concentration krystallisirte Hydrate bilden; sie sind geruchlos, von saurem Geschmack (Arsensäure äusserst giftig), in Wasser und Alkohol löslich, röthen Lackmus; im wasserhaltigen Zustande, gelind geschmolzen bilden sie glasartige Massen, nur in der stärksten Glühhitze wird Phosphorsäure allmählig verflüchtigt, Arsensäure aber zersetzt ($\ddot{A}s = \ddot{A}s + 2 O$); auf trockenem Wege treiben sie die stärksten Säuren aus ihren Verbindungen aus (selbst Kieselsäure zum Theil).

Beide Säuren bilden mit Basen drei Reihen von Salzen, nemlich mit 1 Atom, 2 Atomen und 3 Atomen Basis; phosphors. und arsens. Salze sind einander isomorph; durch Glühhitze werden sie nicht zersetzt.

Arsens. Salze mit Kohle und Borsäure geglüht, geben Knoblauchgeruch und den oben beschriebenen Metallring, was bei phosphors. Salzen nicht der Fall ist.

Beider Säuren Salze sind in Wasser unlöslich, ausser den Alkalisalzen.

Die phosphors. Salze werden aus ihren Lösungen durch salpeters. Silberoxyd gelb oder weiss, die arsens. aber chocoladenbraun gefällt, von essigs. Bleioxyd werden sie, wie die phosphors. weiss präcipitirt; das gefällte phosphors. Bleioxyd zeichnet sich aber dadurch vor allen andern Bleisalzen aus, dass es vor dem Löthrohre erhitzt, schmilzt und eine Kugel bildet, welche nach dem Erstarren Krystallfacetten auf ihrer Oberfläche zeigt; Barytsalze fällen beide Säuren nur aus neutralen oder alkalischen Lösungen.

Arsens. Salze werden bei Gegenwart einer freien Säure von Schwefelwasserstoff gelb gefällt, phosphors. Salze werden dadurch nicht verändert.

Man hat noch 3 Modificationen von Phosphorsäure unterschieden, die sich durch Folgendes unterscheiden: **Metaphosphorsäure**, *a* **Phosphors.**, wird durch anhaltendes Rothglühen der gewöhnlichen wasserhaltigen Phosphors. erzeugt; farbloses Glas, ihre Lösung coagulirt Eiweiss, geht allmählig in die 2te und 3te Modification über; sie bildet Salze mit 1 At. Basis; dieselben trocknen zu weissen, klebrigen Massen ein; Silbersalze geben damit weisse, gummiartige Niederschläge; durch Barytsalze werden sie selbst aus sauren Lösungen gefällt. **Paraphosphorsäure**, *b* **Phosphors.**, bildet sich beim Erhitzen der dritten Modification bis $+ 212^{\circ}$; zäher Syrup, coagulirt Eiweiss nicht, bildet Salze mit 2 At. Basis, welche mit Silbersalzen weisse, erdige Niederschläge geben. **Gewöhnliche Phosphorsäure**, *c* **Phosphors.**, bildet das oben erwähnte krystallisirbare Hydrat ($\ddot{\text{P}} + 3 \text{H}$), coagulirt Eiweiss nicht, bildet Salze mit 3 Atomen Basis, in den Alkaliverbindungen kann 1 At. Basis durch 1 At. Wasser vertreten werden, schlägt Silbersalze gelb nieder.

Verbindungen mit andern Elementen.

Phosphorwasserstoff, H^3P^2 . Selbstentzündlicher Phosphorwasserstoff bildet sich durch Erwärmen von Phosphor mit ätzenden Alkalien (s. unterphosphorige S.), das nicht selbstentzündliche durch Erhitzen von unterphosphoriger oder phosphoriger S. mit Wasser; der einzige Unterschied beider Körper liegt in ihrer Entzündlichkeit; beide sind farblose Gase, von fauligem Geruch, irrespirabel, von Wasser etwas absorbirbar, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, werden durch Glühen in Phosphor und Wasserstoff zerlegt, verbinden sich nicht mit Basen, wohl aber mit einigen flüchtigen Chlormetallen, wie Zinnchlorid und dergl.; mit Iod- und Bromwasserstoff bildet es krystallinische Verbindungen.

Arsenwasserstoff, H^3As^2 , bildet sich stets, sobald Wasserstoff *in statu nascenti* mit irgend einer Arsenverbindung in Berührung kommt; bereitet wird es durch Uebergiessen einer aus gleichen Theilen Zink und Arsen beste-

henden Verbindung mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure. Farbloses Gas, durch Druck oder starke Kälte condensirbar, von widerlichem Geruch, wirkt eingeathmet in kleinster Menge äusserst giftig, wird vom Wasser wenig absorbirt, entzündet verbrennt es mit bläulichweisser Flamme; wird durch Glühen in Arsen und Wasserstoff zerlegt. Quecksilberchloridlösung wird selbst noch durch $\frac{1}{10000}$ dieses Gases getrübt.

Phosphor und Arsen verbinden sich mit den Gasen von Chlor, Brom und Iod unter Feuererscheinung; Phosphor kann auch mit Stickstoff verbunden werden, und bildet damit einen feuerbeständigen Körper. Mit Schwefel lässt sich Phosphor fast in jedem Verhältnisse zusammenschmelzen; eine Verbindung in bestimmten Proportionen ist nicht bekannt. Arsen geht mit Schwefel 5 bestimmte Verbindungen ein $= \text{As}^2\text{S}$, AsS , As^2S^3 , As^2S^5 , und AsS^9 .

Roths Schwefelarsen, *Realgar*, AsS , findet sich zum Theil in der Natur, wird durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit überschüssigem Arsen oder arseniger S. bereitet oder durch Destillation von Schwefelkies mit Arsenikkies. Schiefe rhombische Säulen, gewöhnlich rubinrothe, glasige, wenig durchscheinende Masse von muschlichem Bruch, leicht schmelzbar, geschmacklos, unlöslich in Wasser und Säuren, entzündlich.

Gelbes Schwefelarsen, *Rauschgelb*, *Auripigment*, *Opferment*, As^2S^3 , findet sich in der Natur, und wird künstlich durch Fällung der arsenigen S. mit Schwefelwasserstoff oder durch Sublimiren von arseniger S. mit Schwefel erhalten. Krystallinisch blättrige Masse oder amorphes Pulver, citronengelb, schmelzbar, ohne Zersetzung sublimirbar, in Wasser und Säuren unlöslich, löslich in ätzenden Alkalien, verbrennt mit blauer Flamme, geht mit Schwefelbasen Verbindungen ein.

Bor. B. Kiesel. Silicium. Si.

Vorkommen. Beide Körper kommen nur an Sauerstoff gebunden vor.

Darstellung. Fluorborkalium oder Fluorkieselkalium werden mit Kalium geglüht ($\text{KFl} \cdot \text{BFl}^3 + 3 \text{K} = 4 \text{KFl} + \text{B}$ und $3 \text{KFl} \cdot 2 \text{SiFl}^3 + 6 \text{K} = 9 \text{KFl} + 2 \text{Si}$).

Eigenschaften. Bor ist ein dunkelbraunes Pulver mit einem Stich ins Grüne; Kiesel ein dunkelbraunrothes Pulver; beide sind ohne Metallglanz, leiten Electricität nicht, sind schwerer als Vitriolöl, unschmelzbar, in der Glühhitze nur etwas zusammensinkend, feuerbeständig, ohne Geruch und Geschmack, in Wasser und Alkohol unlöslich, Bor wird von Salpetersäure oxydirt, Kiesel nicht; Bor bis 300° erhitzt, entzündet sich und verbrennt unter Funkensprühen; frisch bereiteter Kiesel verbrennt sehr leicht, geglühter durchaus nicht, wird auch nicht durch Säuren ausser Flusssäure oxydirt oder aufgelöst.

O x y d e.

Borsäure, BO^3 , findet sich fossil im *Sassolin*, am Krater von Vulcanen, in einigen Seen aufgelöst, im *Tinkal* an Natron gebunden, auch an Talkerde und andre Basen gebunden im Mineralreich. Man erhält sie, indem man 1 Th. Borax ($\text{Na}\ddot{\text{B}}^2 + 10\ddot{\text{H}}$) in 4 Th. kochenden Wassers auflöst und concentrirte Schwefelsäure zusetzt; die beim Erkalten sich ausscheidende Borsäure wird öfter in Weingeist umkrystallisirt und dann geglüht.

Harte, glasige, farblose Masse, zieht aus der Luft Wasser an, wird weiss und zerfällt, schmelzbar, feuerbeständig, aus kochenden wässrigen Lösungen scheidet sie sich beim Erkalten als Hydrat ($\ddot{\text{B}} + 3\ddot{\text{H}}$) in weissen, perlmutterglänzenden Schuppen aus, diese verwittern an der Luft, die Hälfte ihres Wassers verlierend; die wässrige Lösung färbt Lackmus weinroth, nur die alkoholische Lösung bräunt das Pigment der Curcuma; der Alkoholflamme ertheilt sie eine grüne Farbe. Borsäure hat auf nassem Wege geringe Verwandtschaft zu Basen, treibt jedoch beim Glühen die stärksten flüchtigen Säuren aus ihren Verbindungen aus.

Sie bildet mit Basen **Salze**, in welchen sich der Sauerstoff der Base zu dem der Säure = 1 : 3, 1 : 6, 1 : 9 und 1 : 12 verhalten kann; durch Glühen werden sie nicht zersetzt; in Wasser sind sie schwer löslich oder unlöslich, ausser den Alkalisalzen; letztere reagiren alkalisch.

Aus ihren Lösungen in Wasser oder Salpetersäure werden die bors. Salze durch Silber- und Bleisalze weiss gefällt; Barytsalze bewirken nur aus neutralen Lösungen eine Fällung. Man erkennt die bors. Salze hauptsächlich daran, dass sie mit Schwefelsäure und Alkohol übergossen, die Flamme des letztern grün färben. Die Verbindungen der Erden und Metalloxyde mit Borsäure werden sowohl wie die mit Phosphorsäure, arseniger S., Arsens. und Flusssäure aus ihren Lösungen durch Alkalien *in Substanz gefällt*, d. h. durch Zusatz eines ätzenden oder kohlen. Alkalis zur Lösung eines solchen Salzes wird die fragliche Säure von der Base nicht (wenigstens nicht vollständig) getrennt, sondern das vorher in Auflösung befindliche Salz wird durch Zusatz eines Alkalis unverändert (als basisches Salz) niedergeschlagen.

Kieselsäure, SiO_3 , findet sich am reinsten im *Quarz* (Bergkrystall), macht in Verbindung mit Basen einen der häufigsten Bestandtheile der Erdrinde aus; kommt auch aufgelöst in Mineralwässern vor; künstlich erhält man sie durch Glühen von 1 Th. Quarzpulver mit 4 Th. kohlen. Kali oder Natron ($\text{Si} + 3\text{K}\ddot{\text{C}} = \text{K}^3\text{Si} + 3\ddot{\text{C}}$), Behandeln der geschmolzenen Masse mit Salzsäure, Abdampfen der entstandenen Flüssigkeit, und Auslaugen des erhitzten Rückstandes mit Wasser.

Die natürlich vorkommende Säure krystallisirt in sechsseitigen Säulen mit sechsseitiger Zuspitzung; die künstliche, geglühte, ist ein weisses, zwischen den Zähnen knirschendes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, unschmelzbar, feuerbeständig, in Wasser und Säuren unlöslich, ohne Reaction; in ätzenden Alkalien löst sie sich beim Kochen allmählig auf; aus dieser Lösung wird sie durch Säuren zum grossen Theil als Hydrat in Form einer farblosen Gallert wieder ausgefällt, ein Theil bleibt in Lösung.

Die kiesels. Salze werden durch Glühen nicht zersetzt, sind sämmtlich in Wasser unlöslich, ausser den basischen Verbindungen mit Alkalien. Die künstlich bereiteten, so wie mehrere natürlich vorkommende Silicate werden durch Säuren zerlegt; die meisten der natürlich vorkommenden und einige künstlich bereitete und geglühte werden von Säuren nicht angegriffen.

Um in diesen die Kieselsäure zu finden, schmilzt man sie mit kohlen. Kali oder Natron zusammen, und trennt die Säure von

dem gebildeten kiesels. Alkali durch Zusatz einer stärkern Säure. Die Kieselsäure und ihre Salze kann man daran erkennen, dass sie vor dem Löthrohre mit Soda ($\text{Na } \ddot{\text{C}}$) zusammengeschmolzen, eine farblose Glasperle geben.

Bor und Kiesel lassen sich unmittelbar mit Schwefel, Chlor und Brom verbinden. Fluorbor (BFl^3) und Fluorkiesel (SiFl^3) bilden farblose Gase, die vom Wasser absorbirt werden, und sich damit theilweise zerlegen ($4 \text{ BFl}^3 + 3 \text{ HO} = 3 \text{ HFl} + \text{BFl}^3 + \text{BO}^3$ und $3 \text{ SiFl}^3 + 3 \text{ HO} = 3 \text{ HFl} + 2 \text{ SiFl}^3 + \text{SiO}^3$). Bor- und Kieselfluorwasserstoffsäure sind farblose Flüssigkeiten von ätzendem Geschmack, saurem Geruch, röthen Lackmus, bilden mit Basen Wasser und Bor oder Kieselfluormetalle (z. B. KFl , BFl^3 und $3 \text{ KFl} + 2 \text{ SiFl}^3$).

Allgemeine Betrachtungen über die Metalle.

Eine streng logische Begriffsbestimmung des Wortes Metall lässt sich nicht geben, da von den diesen Körpern meist beigelegten Eigenschaften nicht eine einzige allen Metallen ohne Ausnahme zukommt, da mehrere dieser Eigenschaften auch nicht metallischen Körpern angehören, da mit einem Worte auch hier die Natur ihrem Grundsatz treu bleibt, die verschiedenartigsten Classen und Ordnungen durch Mittelglieder, durch die leisesten Uebergänge, zu verbinden, so dass, wie im vorliegenden Falle, nicht entschieden werden kann, wo die Classe der Nichtmetalle aufhört und die der Metalle ihren Anfang nimmt;

Die Elemente, die nach allgemeiner Uebereinkunft zu den Metallen gezählt werden, sind ausser dem Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur feste Körper, die jedoch meistens bei mehr oder minder hohen Temperaturen in den tropfbarflüssigen Zustand übergehen.

Kalium und Natrium schmelzen schon unter der Siedehitze des Wassers, zwischen 200^0 und 320^0 schmelzen Zink, Kadmium, Blei, Wismuth, Antimon und Zinn, über 1000^0 (Daniell) schmelzen erst Kupfer, Silber und Gold, strengflüssige (nur in anhaltendem Ofenfeuer schmelzbare) Metalle sind: Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, u. a.; Platin, Palladium, Uran, Molybdän, Chrom

schmelzen erst im Sauerstoffgebläse, Iridium nicht einmal im Deflagrator oder im Focus des Hohlspiegels; Eisen und Platin erweichen vor dem Schmelzen und können daher *geschweisst* (aus zwei Stücken ohne Hülfe eines leichter schmelzbaren Metallgemisches, *Lothes*, mit einander durch Glühen verbunden) werden.

Ebenso verschieden sind die Metalle rücksichtlich ihrer Flüchtigkeit.

Quecksilber verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur; bei gewöhnlichem Ofenfeuer leicht zu verflüchtigen sind ausser Quecksilber, Kalium, Natrium, Zink und Kadmium; die meisten Metalle sind für die gewöhnlich anzuwendenden Hitzegrade feuerbeständig.

Viele Metalle sind krystallisirbar.

Die geschmolzenen Metalle nehmen beim Erkalten meist krystallinische Textur an; bei Zersetzung mancher Metallsalze durch Galvanismus scheiden sich die entsprechenden Metalle am negativen Pole in deutlichen Krystallen aus; mehrere Metalle hat man in der Natur krystallisirt gefunden; die Krystallform der meisten gehört dem regulären Systeme (Würfel, Oktaëder) an.

Dehnbar sind die meisten Metalle, jedoch in verschiedenem Grade.

Am dehnbarsten sind: Gold, Silber, Kupfer, Platin, Eisen; in Platten auswalzen, aber nicht gut in Drähte ziehen lassen sich Blei und Zinn; Wismuth, Antimon, und die electronegativen Metalle sind spröde, man nannte sie daher früher Halbmetalle. Zink wird durch Erwärmen bis 100° sehr dehnbar, bis 150° und höher sehr spröde.

Die Mehrzahl der Metalle ist weich, durch Härte zeichnen sich nur Titan und Wolfram aus (diese ritzen Stahl).

Man nahm früher an, ein Metall müsse wenigstens sechsmal schwerer als Wasser sein; allein die Metalle der alkalischen Erden sind nur 2 bis 3 mal schwerer, ja die der Alkalien sogar leichter als Wasser; [die schwersten Metalle sind Platin (21,4), Gold (19,3), und Wolfram (17,22)]. Durch Hämmern werden die Metalle meistens dichter (specifisch schwerer).

Als wesentliche Eigenschaft der Metalle nahm man längere Zeit auch die Undurchsichtigkeit an; allein es giebt Metalle, die, wo nicht durchsichtig, doch durchschei-

nend sind, beide Begriffe sind nur graduell, nicht wesentlich verschieden.

Ein Goldblättchen von $\frac{1}{2000}$ Zoll Dicke lässt grüne Lichtstrahlen durchdringen, krystallisirtes Uran ist an den Kanten mit weinrother, krystallisirtes Titan mit grüner Farbe durchscheinend.

Auch hat man den Metallen einen eigenthümlichen Glanz zugeschrieben, jedem Metalle sollte wenigstens ein solcher ertheilt werden können. (Platin, Stahl und Silber sollen nach Leslie den stärksten Metallglanz besitzen). Abgesehen davon, dass mehrere nicht metallische Elemente, wie Selen, Jod, Arsen, so wie einige künstliche und natürliche Schwefelverbindungen (Musivgold, SnS^2 ; Schwefelkies, FeS^2) mit metallischem Glanze begabt sind, so hat man durchaus noch nicht allen Metallen einen solchen Glanz vollkommen ertheilen können.

Metallglanz ist eine zufällige Eigenschaft solcher Körper, die mit grosser Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit auch eine glatte Oberfläche verbinden; daher auch die dichtern Kohlearten meist metallglänzend sind.

Als charakteristische Eigenschaft der Metalle hat man ihr Leitungsvermögen für Wärme und Electricität hervorgehoben; indessen mag auch dieses zum Theil mit von dem Aggregatzustande abhängen.

In pulverförmiger Gestalt leiten wohl die meisten Metalle Electricität und Wärme schlecht; daher leiten die Metalle, welche man noch nicht vollkommen geschmolzen hat, Electricität nicht, wie Aluminium, Beryllium, Zirkonium, Cer, Tellur und Tantal. Die besten Leiter für beide Imponderabilien sind Kupfer, Silber und Gold. Magnetismus annehmen können ausser Eisen blos Kobalt, Nickel und wahrscheinlich Mangan.

Kein Metall kann wahrhaft aufgelöst werden, ohne dass es nicht eine chemische Verbindung mit dem Lösungsmittel oder einem Theile desselben einging; selbst in den Amalgamen und schmelzenden Metallgemischen finden wir chemische Verbindungen mit dem überflüssigen Metalle mechanisch gemengt, wohl nie aber wahre Auflösungen.

Die Metalle verbinden sich nicht nur sämmtlich mit Sauerstoff, sondern sie gehen auch, den Oxyden meist analoge, Verbindungen mit Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel und Selen ein, einige auch mit Kohlenstoff, Phosphor

und Arsen; die Verbindungen der Metalle unter sich nennt man *Legirungen*, die mit Quecksilber *Amalgame*.

O x y d e.

Die Mehrzahl der Metalle kommt in der Natur bereits oxydirt vor, nur die edeln Metalle findet man nie mit Sauerstoff verbunden. Die Verwandtschaft der Metalle zum Sauerstoff ist so gross, dass sich die meisten derselben unmittelbar, wenigstens bei erhöhter Temperatur mit demselben (oft unter Feuererscheinung) verbinden können (ausser den edeln Metallen).

Die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden ziehen selbst in den stärksten Kältegraden Sauerstoff an; alle andern Metalle bedürfen hierzu einer erhöhten Temperatur oder der Vermittlung anderer Körper.

Durch *Galvanismus*, d. h. durch Berührung zweier heterogener Metalle wird in der Regel die Verwandtschaft des einen zum Sauerstoff so verstärkt, dass dieses sich wenigstens viel schneller oxydirt, als ohnedem geschehen würde.

Wasser und Kohlensäure dienen oft dem Sauerstoff als Vermittler, um ihn mit Metallen zu verbinden; (nur so geschieht die Oxydation des Eisens, Bleis und Kupfers an der Luft oder im Wasser). Dem Wasser selbst aber kann der chemisch gebundene Sauerstoff entzogen werden, bei der gewöhnlichen Temperatur durch die Metalle der Alkalien, alkalischen Erden und Mangan; erhöhter Temperatur bedürfen die Erdmetalle und noch höherer die unedeln schweren Metalle, wie Eisen, Nickel, Kobalt und Zink, um durch Wasserzersetzung sich zu oxydiren.

Alle Metalle, welche bei höherer Temperatur Sauerstoff aus dem Wasser sich anzueignen im Stande sind, können auch bei gewöhnlicher Temperatur durch Vermittlung einer starken Säure (Schwefels., Selens., Unterschwefels., Ueberchlors., Essigs., Weins.) das Wasser zersetzen. Ausser den erwähnten Metallen werden durch starke Säuren auch Zinn und Kadmium, unter Wasserzersetzung oxydirt, jedoch nicht Zirkonium. Ebendieselben Metalle pflegt Salzsäure unter Wasserstoffentwicklung aufzulösen.

Möge man annehmen, es bilde sich ein Chlormetall ($\text{Fe} + \text{HCl} = \text{FeCl} + \text{H}$) oder ein salzsaures Salz ($\text{Fe} + \text{HO} + \text{HCl} = \text{FeO} + \text{HCl} + \text{H}$), so erhält man aus der Auflösung das Metalloxyd, wie aus einem Sauerstoffsalze durch Fällung mittelst eines Alkalis.

Durch Schwefelsäure werden einige Metalle (Kupfer, Quecksilber, Silber) auch unter Entwicklung von schwefliger S. oxydirt ($\text{Hg} + 2 \text{SO}^3 = \text{HgO} + \text{SO}^3 + \text{SO}^2$).

Blei, Zinn und Wismuth werden nur vom zweiten Hydrat der Schwefelsäure ($\ddot{\text{S}}\text{H}$) angegriffen.

Bei weiten die meisten Metalle werden von Salpetersäure unter Entwicklung von Stickstoffoxyd oxydirt und aufgelöst ($3 \text{Pb} + 4 \text{NO}^5 = 3 \text{PbO} + \text{NO}^5 + \text{NO}^2$).

Nur Palladium entwickelt salpetrige S. bei der Behandlung mit Salpetersäure; Eisen, Zinn und Zink zersetzen bei ihrer Oxydation die Salpetersäure, wenn sie verdünnt ist, in Stickstoffoxydul, welches *in statu nascenti* mit Wasser zugleich salpeters. Ammoniak erzeugt ($2 \text{NO} + 3 \text{HO} = \text{H}^3\text{N} + \text{NO}^5$). Von Salpetersäure oxydirt, aber nicht aufgelöst werden: Zinn und Antimon. Gar nicht oxydirt werden von Salpetersäure Titan, Tantal und die edeln Metalle ausser Silber, Palladium und Quecksilber.

In Königswasser werden die meisten Metalle zu Chlormetallen aufgelöst ($\text{Pt} + 2 \text{HCl} + \text{NO}^5 = \text{NO}^3 + 2 \text{HO} + \text{PtCl}^2$), und sind aus dieser Lösung durch Alkalien als Oxyde fällbar.

Wenig werden von Königswasser angegriffen: Zirkon, Chrom und Titan, gar nicht: Tantal, Iridium und Rhodium.

Sehr leicht entziehen die Metalle auch folgenden Säuren den Sauerstoff: Untersalpeters., unterchlorige S., Chlors., Broms., Jods., Selens. Eines der kräftigsten Lösungsmittel und demnach auch Oxydationsmittel ist ein Gemeng von Flusssäure und Salpetersäure.

Hierdurch werden alle Metalle angegriffen, ausser Iridium und Rhodium.

Auf trockenem Wege, d. h. durch Zusammenschmelzen mit salpetersauren, chlorsauren oder ätzenden Alkalien können die meisten Metalle, insbesondere die electronegativen leicht oxydirt werden. Wasserstoffhyperoxyd verwandelt viele Oxyde unedler Metalle in Hyperoxyde.

Eigenschaften der Metalloxyde.

Die meisten Metalle gehen mehr als eine Verbindung mit Sauerstoff ein; die niedern Oxydationsstufen sind meist starke Basen, ihre höhern bilden Hyperoxyde oder Säuren; daher können sich die Oxyde verschiedener Metalle zu wahren Salzen verbinden, ja man kennt sogar Verbindungen einer Säure und einer Base von gleichem Radikal ($\ddot{W}\ddot{W}$, $\ddot{M}o\ddot{M}o^4$). Die Oxyde der Metalle sind zum grössten Theil im Wasser unlöslich, ausser denen der electropositivsten Metalle; sehr viele verbinden sich chemisch mit Wasser zu Hydraten, als welche sie meist aus ihren Lösungen durch Alkalien präcipitirt werden, manche Oxyde (die Alkalien) halten das Wasser so fest gebunden, dass sie es selbst beim stärksten Glühen nicht verlieren, andre verlieren es schon beim Kochen (Kupferoxydhydrat) und an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur; die Oxyde der edeln Metalle bilden meist keine Hydrate. Im Allgemeinen pflegen die Hydrate von lichterer Farbe zu sein, als ihre Oxyde im wasserfreien Zustande.

Mit Säuren bilden die basischen Metalloxyde Salze, deren Löslichkeit (ausser bei den Alkalien) von der respectiven Säure abhängt. Mit Salpeters., Chlors., Unterschweifels., unterschwefliger und unterphosphoriger S. geben sie fast alle in Wasser lösliche Salze. Es lässt sich ziemlich allgemein die Regel annehmen, dass diejenigen Salze, welche, aus der Luft Wasser anziehend, zerfliessen, auch in Alkohol löslich sind (ausser kohlen. Kali).

Mit Kohlensäure verbinden sich nicht: Alaunerde, Zirkonerde, Ceroxyd, Eisenoxyd, Antimonoxyd und die Oxyde der meisten edeln und electronegativen Metalle.

Die Metalloxyde werden ihres Sauerstoffs beraubt (*desoxydirt*, *reducirt*), durch folgende Mittel:

Glühhitze reducirt die Oxyde aller edeln Metalle, so wie auch die des Quecksilbers, Bleis und Nickels, obgleich gerade diese letzteren durch weniger hohe Wärmegrade sich mit Sauerstoff verbinden lassen.

Im Kreise der Volta'schen Säule werden selbst die Metalle, welche den Sauerstoff am festesten gebunden halten, desselben beraubt. (Nebenumstände sind es, welche die Desoxydation der Alaunerde und des Ceroxyds durch Galvanismus

verhindern.) Selbst das Licht und insbesondere der blaue Farbstrahl desselben reduciren einige Oxyde edler Metalle (Gold, Silber).

Die meisten Metalloxyde bedürfen zur Reduction eines Körpers, welcher entweder an sich mehr Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, oder wenigstens bei Anwendung von Wärme mehr Verwandtschaft zu demselben erlangt. Am gewöhnlichsten bedient man sich zu dem Behufe im Grossen und Kleinen der Kohle, welche, dem Oxyd den Sauerstoff entziehend, sich in Kohlenoxyd verwandelt. Viele Metalle, welche leicht in der Hitze schmelzen, können durch blosse Anwendung von Kohle reducirt werden; dagegen ist es bei strengflüssigen Metallen durchaus nothwendig, ein sogenanntes Flussmittel hinzuzufügen.

Diess ist ein solcher Körper, der, in der Hitze leicht schmelzend, die durch Kohle reducirten Metalltheilchen nicht nur einhüllt und sie so vor erneuter Oxydation schützt, sondern ihnen auch eine leichte Beweglichkeit gestattet, so dass sie, an einander haftend, einen grössern Metallklumpen, sogenannten Metallkönig (*Regulus*) bilden, und sich so auf dem Boden des Schmelzgefässes ansammeln.

Im Kleinen bedient man sich als Flussmittel des Borax ($\text{Na}\ddot{\text{B}}^2$), der Soda ($\text{Na}\ddot{\text{C}}$) und der Pottasche ($\text{K}\ddot{\text{C}}$), im Grossen des Glases, Sandsteins oder Quarzes mit Flussspath gemengt, oder des mit Quarz gemengten Kalksteins ($\text{Ca}\ddot{\text{C}}$). Im Grossen gewähren die Flussmittel noch den Vortheil, dass sie das Metall verhindern, sich beim Schmelzen mit dem das Erz begleitenden Muttergestein zu vereinigen (zu *verschlacken*); das gebrauchte Flussmittel bildet alsdann mit den das Erz begleitenden Massen die sogenannte *Schlacke*. Die meisten Metalle werden durch Kohle noch vor ihrem Schmelzpunkte reducirt; das auf diese Weise ausgeschiedene Metall enthält oft chemisch gebundenen Kohlenstoff.

Im Kleinen lassen sich viele Oxyde dadurch desoxydiren, dass man sie erhitzt und dann einem Strome Wasserstoff aussetzt.

Durch Wasserstoff lassen sich nicht reduciren die Oxyde des Zinks, Cers, Tantals, Titans, Chroms und aller Metalle, welche zum Sauerstoff mehr Verwandtschaft als Eisen haben.

Organische Substanzen, z. B. Mehl, Fett, Oel, Harz, setzt man häufig bei Reduction der Metalle der Kohle zu.

Diese Körper hüllen nemlich, in der Hitze schmelzend, das Oxyd besser ein, bringen den Kohlenstoff in nähere Berührung mit dem Oxyde und führen ihm den Wasserstoff in condensirtem Zustande und *in statu nascenti* zu.

Durch die electropositivsten Elemente, die Radicale der Alkalien lässt sich den meisten Oxyden der Sauerstoff entreissen; jedoch zieht man es vor, besonders bei den Erden, dieselben erst in Chloride zu verwandeln und dann durch Kalium zu reduciren. Die Alkalien (KO , NaO) können dagegen bei anhaltender Weissglühhitze durch Eisen desoxydirt werden.

Die durch Wasserstoff reducirbaren Metalloxyde kann man auch dadurch vom Sauerstoff trennen, dass man sie an Sauerkleesäure bindet und glüht ($\text{CoO} \cdot \text{C}^2\text{O}^3 = 2 \text{CO}^2 + \text{Co}$). Die Oxyde der edeln Metalle werden aus ihren Auflösungen durch Sauerkleesäure und Ameisensäure regulinisch gefällt ($\text{HC}^2\text{O}^3 + \text{PtO}^2 = \text{HO} + 2 \text{CO}^2 + \text{Pt}$).

Durch einen electrochemischen Process kann ein Metalloxyd aus seiner Auflösung durch ein andres electropositiveres Metall reducirt werden.

Die Metalle werden ungefähr in folgender Reihe, das eine stets durch alle nächst folgenden niedergeschlagen: Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Wismuth, Kupfer, Zinn, Blei, Cadmium, Zink (Eisen). Zink wird nicht durch Eisen, und Eisen nicht durch Zink reducirt.

Die Oxyde der edeln Metalle werden auch durch Oxydulsalze, durch phosphorige S., durch Wasserstoffhyperoxyd ihres Sauerstoffs beraubt.

Verbindungen mit Wasserstoff kennt man bis jetzt unter den Metallen nur zwei, nemlich Antimon- und Tellurwasserstoff; beide sind gasförmig, kommen in der Natur nicht gebildet vor.

Das Wasserstoffkalium (Thénard) und der Kaliumwasserstoff (Davy) sind noch sehr problematische Verbindungen.

Kohlenstoffmetalle finden sich nicht gebildet in der Natur, erzeugen sich aber häufig bei Reduction mehrerer Metalloxyde durch Kohle oder von Metallsalzen, de-

ren Säure der organischen Natur angehört; Verbindungen von Kohlenstoff mit Metallen in bestimmten Proportionen erhält man durch Glühen einiger Cyanmetalle ($\text{Fe C}^2\text{N} = \text{N} + \text{FeC}^2$). Die meisten kohlenstoffhaltigen Metalle haben noch Metallglanz, sind nur etwas spröder, manche leichter schmelzbar (Eisen) geworden.

Mit Stickstoff hat man noch kein Metall verbinden können.

Chlormetalle, Chloride. In der Natur kommen sie ausser Chlornatrium nur selten vor. Mit Chlor lassen sich die meisten Metalle weit leichter verbinden als mit Sauerstoff.

Antimon und Wismuth entzünden sich schon bei der gewöhnlichen Temperatur in Chlorgas, viele andre verbinden sich beim Erwärmen unmittelbar damit, sei es, dass man einen Strom von Chlorgas über sie hinwegleitet, sei es, dass sie in Königswasser eingetragen werden.

Viele Metalle treiben sogar den Wasserstoff aus der Salzsäure aus, um sich mit dem Chlor zu verbinden (über die hierher gehörigen Metalle s. Oxydationsmethoden). Viele Chloride, besonders die flüchtigen, stellt man auch so dar, dass man das fragliche Metall mit Quecksilberchlorid erhitzt ($\text{Sn} + 2 \text{HgCl} = 2 \text{Hg} + \text{SnCl}^2$). Die Chloride werden bei niedern Hitzegraden, wenigstens bei abgehaltenem Luftzutritt, nicht zersetzt, ausser den Verbindungen des Chlors mit Gold, Platin und ähnlichen.

Unzersetzt verflüchtigt werden in der Hitze viele Chloride, vorzüglich das Chlorür und Chlorid des Quecksilbers und die den Sauerstoffsäuren analog zusammengesetzten (electronegativen) Chloride.

Die Chloride können sich unter einander, gleich den Oxyden, zu Salzen vereinigen; diese Verbindungen sind aber noch wenig untersucht. Manche Chloride lassen sich auch mit Salzsäure verbinden (saure salzsaure Salze); einige vereinigen sich auch mit den ihnen entsprechenden Oxyden (Oxychloride, basische Chlormetalle, z. B. $\text{PbCl} \cdot 2 \text{PbO}$; $\text{CrCl}^3 \cdot 2 \text{CrO}^3$). [S. Chlorwasserstoffsäure].

Brom und Jod können sich ebenfalls mit den meisten Metallen unter Feuererscheinung verbinden; ihre Verwandtschaft zu den Metallen ist jedoch etwas schwächer als die des Chlors. Ihre Verbindungen sind in jeder Hinsicht den Chloriden analog. In der Natur kommen sie nur spärlich vor. Ein Gleiches gilt von den Fluoriden.

Schwefelmetalle, Sulphuride, kommen sehr häufig in der Natur vor; die meisten schweren, unedeln Metalle findet man an Schwefel gebunden.

Man hat sie daher in Kiese und Blenden einzutheilen versucht, je nachdem sie Metallglanz zeigen, oder desselben entbehren (durchscheinend sind).

Künstlich erhält man Schwefelmetalle: durch unmittelbare Vereinigung des Metalls mit Schwefeldampf oder schmelzenden Schwefel, oft findet hierbei Licht- und Wärmeentwicklung statt.

Mangan, Zink und Gold lassen sich indess nicht unmittelbar mit dem Schwefel verbinden).

Durch Erhitzen der Metalloxyde mit Schwefel bildet sich in der Regel neben einem unterschwefligs., schwefligs. oder schwefels. Salz ein Schwefelmetall.

Einige Oxyde geben mit Schwefel nur Oxy-sulphuride, wie die des Mangans, Kobalts und Nickels. Chrom, Cer, Uran lassen sich auf solche Weise gar nicht mit Schwefel verbinden, wenn nicht dem zu erhitzenden Gemeng noch ein Alkali zugesetzt wird.

Die Verbindungen der Schwefelsäure mit Alkalien und Erden werden durch Glühen mit Kohle in Schwefelmetalle verwandelt ($\text{BaO} \cdot \text{SO}^3 + 4 \text{C} = 4 \text{CO} + \text{BaS}$).

Die meisten schweren Metalle werden aus ihren Auflösungen durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelalkalien als Schwefelmetalle gefällt.

Die Erden, so wie Cer, Chrom, Titan und Tantal werden aus ihren Lösungen durch Schwefelalkalien zwar auch gefällt, aber als Hydrate (Schwefelwasserstoff entweicht, das Alkali raubt dem Oxyde die Säure).

Diejenigen Metalle, welche auf keine von den angeführten Methoden geschwefelt werden können, vermag man noch dadurch mit Schwefel zu verbinden, dass man über ihre erhitzten Oxyde Dämpfe von Schwefelkohlenstoff leitet ($\text{TiO}^2 + \text{CS}^2 = \text{CO}^2 + \text{TiS}^2$).

Die Schwefelmetalle sind künstlich meist sehr schwer in Krystallen zu erhalten, während die in der Natur vorkommenden fast ohne Ausnahme sehr deutliche Krystalle bilden. Sie sind meist von dunkler Farbe, schwarz oder schwarzbraun, farblos sind nur die niedrigsten Schwefelungsstufen der Alkalien, die höhern sind gelb.

Die künstlich bereiteten Schwefelmetalle sind oft von ganz anderer Farbe, als die natürlich vorkommenden.

In Wasser sind nur löslich die Verbindungen des Schwefels mit den Radicalen der Alkalien und alkalischen Erden; die niedern Schweflungsstufen der erstern sind daraus krystallisirbar; die löslichen Schwefelmetalle (*Schwefellebern*) werden feucht an der Luft, bräunen Curcumä und entwickeln Geruch nach Schwefelwasserstoff, indem sie an der Luft Kohlensäure anziehen und Schwefelwasserstoff ausgeben ($KS + HO + CO^2 = KO . CO^2 + HS$); denn sie werden durch die schwächsten Säuren zersetzt. Die Verbindungen des Schwefels mit den Radicalen der Erden und den schweren Metallen sind in Wasser unlöslich; einige davon, vorzüglich die electronegativen können jedoch von Lösungen der Schwefelalkalien aufgelöst werden z. B. Schwefelantimon (Sb^2S^3 und Sb^2S^5) Schwefelzinn (SnS^2), Schwefelgold, Schwefelplatin u. a. m. Die electronegativen Schwefelmetalle verbinden sich nemlich mit den electropositiven zu wahren Schwefelsalzen, die oft, mit Wasser verbunden, in schönen Krystallen erhalten werden können z. B. $NaS + Sb^2S^5 + 10 HO$. Auch electropositive Schwefelmetalle verbinden sich unter einander; solche kommen besonders natürlich vor z. B. im Silberkupferglanze $CuS + AgS$. Mehrere Schwefelmetalle verbinden sich auch mit den ihnen entsprechenden Oxyden zu Oxysulphuriden.

Wie die des Mangans, Zinks, Kobalts, Quecksilbers und Antimons $MnS + MnO$ u. s. w. Man erhält diese meist dadurch, dass man über das erhitzte schwefels. Salz Wasserstoff leitet ($2 ZnO . SO^3 + 5 H = SO^2 + 5 HO + ZnS . ZnO$).

Die stärksten Schwefelbasen gehen auch Verbindungen mit Schwefelwasserstoff ein, z. B. $KS + HS$.

Die Sulphuride sind bei Ausschluss der Luft meist schmelzbar, und feuerbeständig, wenn ihre Radicale nicht flüchtig sind; die höhern Schweflungsstufen verlieren indessen beim Glühen einen Theil ihres Schwefels, z. B. FeS^2 , SnS^2 . Erhitzt man die Sulphuride bei Zutritt der atmosphärischen Luft (unterwirft man sie dem Röstprocesse), so entwickeln sie schweflige S. und hinterlassen regulinisches Metall oder ein Oxyd oder ein basisch schwefels. Salz (gewöhnlich die beiden letzten gemengt). Manche Schwefelmetalle

oxydiren sich schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft.

Nämlich die Schwefellebern und Schwefeleisen, Schwefelzink und Schwefelkupfer (künstlich dargestellt, aus gleichen Atomen zusammengesetzt).

Von concentrirter Salzsäure werden die meisten Schwefelmetalle unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt ($\text{Sb}^2\text{S}^3 + 3 \text{HCl} = \text{Sb}^2\text{Cl}^3 + 3 \text{HS}$). Von Salpetersäure und Königswasser werden sie so zersetzt, dass sich anfangs das Metall mit wenig Schwefel oxydirt und auflöst, der Schwefel wird erst vollkommen bei längerem Kochen aufgelöst.

Durch Wasserstoff lassen sich auf ähnliche Weise wie die Oxyde, nur wenige Schwefelmetalle reduciren (nämlich Schwefelwismuth, Schwefelsilber und Schwefelantimon). Ein positiveres Metall kann dem andern beim Zusammenschmelzen den Schwefel entziehen (so werden Schwefelquecksilber und Schwefelantimon durch Eisen reducirt). Im Grossen stellt man die Metalle aus Kiesen und Blenden meist dadurch gediegen dar, dass man die Erze erst *röstet* und dann durch Kohle desoxydirt. Manche Schwefelmetalle z. B. Schwefelantimon lassen sich auch dadurch reduciren, dass sie mit einer genau bestimmten Menge salpetersauren und kohlensauren Kalis zusammengeschmolzen werden.

Das salpeters. Salz oxydirt dann nur den Schwefel; das kohlens. Salz bewirkt, dass die Masse leichter in Fluss kommt.

Auch oxydirt man wohl das Schwefelmetall durch ein salpetersaures Alkali vollständig, und reducirt das gebildete Oxyd nach einer der oben angegebenen Reductionsmethoden, nachdem vorher das schwefelsaure Salz mit Wasser ausgelaugt worden ist. Viele Sulphuride werden auch durch blosses Zusammenschmelzen mit einem ätzenden oder kohlensauren Alkali reducirt.

Selenmetalle sind höchst spärlich in der Natur verbreitet; sie werden auf ähnliche Weise wie die Schwefelmetalle dargestellt und haben ganz ähnliche Eigenschaften.

Phosphormetalle kommen nicht in der Natur vor; mit vielen Metallen vereinigt sich der Phosphor unmittelbar unter Feuerscheinung; mehrere Phosphormetalle bilden

sich auch durch Glühen von phosphors. Salzen mit Kohle oder dadurch, dass das Metalloxyd mit Phosphorwasserstoff in Berührung gebracht wird. Verbindungen der Metalle mit Phosphor in bestimmten Verhältnissen sind nur wenige bekannt; Phosphorgehalt macht die Metalle fest, spröde und hart; den Metallglanz behalten die Verbindungen meist bei; Phosphormetalle oxydiren sich leicht an der Luft, vorzüglich in höherer Temperatur; es bildet sich immer nur ein basisch phosphors. Salz; die Verbindungen des Phosphors mit den leichten Metallen zersetzen sich im Wasser, unter Entwicklung von Phosphorwasserstoff und Bildung von unterphosphoriger S.

Arsenmetalle kommen in der Natur nicht selten vor; künstlich kann man sie auf ganz ähnliche Weise darstellen, wie die Phosphormetalle (Aluminium und Beryllium verbrennen in Arsendampf mit lebhaftem Lichte). Die Arsenmetalle haben gewöhnlich Metallglanz, sind aber spröder und leichter schmelzbar als ihre reinen Metalle; durch Erhitzen an der Luft können sie nicht vollständig des Arsens beraubt werden; in Wasser sind sie unveränderlich.

Ausgenommen hiervon sind die Verbindungen des Arsens mit den leichten Metallen, die sich auf ähnliche Weise, wie die entsprechenden Phosphormetalle, mit Wasser zersetzen.

Verbindungen der Metalle mit Bor und Silicium kommen in der Natur nicht vor; nur wenige sind künstlich dargestellt worden.

Verbindungen der Metalle unter sich. *Legirungen*. In der Natur finden wir nur Legirungen von edeln Metallen gebildet vor; künstlich erhält man Metalllegirungen und *Amalgame* (Verbindungen mit Quecksilber) fast nur durch unmittelbare Vereinigung; einige Amalgame lassen sich indessen nur durch doppelte Wahlverwandschaft darstellen (z. B. $\text{KHg} + \text{CuCl} = \text{KCl} + \text{CuHg}$). Nicht alle Metalle können sich unter einander verbinden.

Man hielt früher die Legirungen und Amalgame meist für weiter nichts als mechanische Mengungen, da es noch nicht gelungen war, Verbindungen der Metalle unter sich in bestimmten Proportionen darzustellen; allein abgesehen davon, dass die in der Natur vorkommenden Legirungen nach bestimmten stöchiometrischen Proportionen zusammen-

gesetzt vorkommen (z. B. Silber und Gold), so kann man schon aus den oft ganz veränderten Eigenschaften, welche die Metallverbindungen zum Unterschiede von ihren Bestandtheilen an sich tragen, mit Sicherheit schliessen, dass wohl die Mehrzahl derselben chemische Verbindungen sind. Dies ergibt sich aus der folgenden Betrachtung der Eigenschaften dieser Classe von Körpern.

Beim Zusammenschmelzen der Metalle findet entweder eine Verdichtung oder eine Ausdehnung statt, so dass also das specifische Gewicht der Legirung grösser oder geringer ausfallen muss, als man den specifischen Gewichten der einzelnen Metalle nach glauben sollte.

Z. B. Kupfer und Zink verdichten sich, Kupfer und Blei dagegen werden expandirt, daher im erstern Falle das specifische Gewicht grösser, im letztern geringer sein wird, als man der Rechnung nach aus den specifischen Gewichten der einzelnen Metalle erwarten sollte.

Die Farbe der Metalllegirung ist oft ganz von der Farbe verschieden, die aus einer mechanischen Mengung hervorgehen müsste (2 Th. Nickel und 8 Th. Kupfer liefern ein silberweisses Metallgemisch).

Die Härte der Legirung ist meist grösser, als die der einzelnen Metalle (Roheisen wird durch einen kleinen Kupfergehalt noch fester und härter). Die meisten Metallgemische sind spröder als ihre Bestandtheile, einige aber auch dehnbarer (ein Gemisch von 12 Th. Blei und 1 Th. Zink ist doppelt so zäh als reines Zink).

Die Metallgemische sind fast ohne Ausnahme leichter schmelzbar, als die sie constituirenden Metalle für sich.

Daher man Legirungen auch zum Löthen (zur Vereinigung zweier Stücken eines schwerer schmelzbaren Metalls) anwendet. Aus 8 Th. Wismuth [schmilzt bei 246°] 5 Th. Blei [schmilzt bei 325°] und 3 Th. Zinn [schmilzt bei 228°] erhält man ein Metallgemisch, welches schon bei $+ 95^{\circ}$ flüssig wird.

Dass die Metalle sich unter einander chemisch verbinden, lässt sich wohl auch daraus ersehen, dass die Vereinigung mehrerer (wie Zink und Kupfer, Blei und Zinn) unter Licht- und Wärmeentwicklung vor sich geht.

Aus Legirungen lässt sich nicht ein Metall von dem andern auf mechanische Weise trennen.

Blei kann von Silber nicht durch Ausschmelzen, *Aussaugern*, vom Kupfer nur theilweise getrennt werden; aus Amalgamen lässt sich meistens nur das überschüssige Quecksilber durch Sämischleder auspressen.

Rudberg hat durch die Entdeckung eines Mittels, die Metallgemische in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt zu erhalten, den fraglichen Gegenstand ausser allen Zweifel gesetzt. Beobachtet man nemlich durch ein in ein langsam erkaltendes Metallgemisch getauchtes Thermometer das Fallen der Temperatur, so bemerkt man, dass die Temperatur bei gewissen Punkten einige Zeit stehen bleibt; bei genauerer Untersuchung ergiebt sich, dass es die durch das Erstarren und Ausscheiden eines Theils des Metallgemisches entbundene Wärme ist, welche das stetige Abnehmen der Temperatur verhindert, und so bei gewissen Thermometergraden die Temperatur eine Zeit lang sich gleich erhält. Durch vorsichtiges Abgiessen des noch flüssigen Theils von dem bereits erstarrten erhält man Körper, von denen man meist den leichter schmelzbaren in bestimmten Proportionen zusammengesetzt findet. Oft kommen mehrere solche Ausscheidungspunkte bei ein und derselben Quantität zusammengeschmolzener Metalle vor.

Auf solche Weise ist es gelungen eine Verbindung von 1 At. Blei und 3 At. Zinn darzustellen, welche erst bei $+187^{\circ}$ erstarrt, eine bei 143° fest werdende Verbindung von gleichen Atomgewichten Zinn und Wismuth, ein Gemisch von 1 At. Zink, 2 At. Blei und 9 At. Zinn (vielleicht $\text{ZnSn}^3 + 2 \text{PbSn}^3$), erstarrt bei 168° .

Beim Silber und Blei hat man ebenfalls mehrere Erstarrungspunkte gefunden, und hierauf eine Scheidung des Silbers vom Blei im Grossen gegründet.

Die Metalllegirungen und Amalgame können auch in deutlichen Krystallen erhalten werden.

Die erstern schmilzt man in einem Tigel, lässt sie sehr langsam erkalten, bricht die durchs Erstarren gebildete äussere Decke an einer Stelle durch, lässt den noch flüssigen Kern herausfliessen, und zerschlägt oder zersägt den hohlen Körper; man findet alsdann auf dessen innerer Fläche in der Regel recht gut bestimmbare Krystalle von der Legirung. Aus dem zu einem Metall unter Erwärmen zugesetzten Quecksilber scheiden sich oft beim

Erkalten vollkommne Krystalle aus, meist dem regulären Systeme angehörend.

Aus diesen Thatsachen geht gnügend hervor, dass die meisten Metalle beim Zusammenschmelzen mit einander verschiedene chemische Verbindungen eingehen, die sich mit einander mengen oder in dem überschüssig zugesetzten Metalle auf eine der Auflösung ähnliche Art vertheilen.

Eintheilung der Metalle.

Leichte Metalle.

1) Alkalimetalle (K, Na, Li.) sind metallglänzend, leichter als Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur weich, wachsähnlich, in der Kälte hart und spröd, schmelzen unter 100° , verflüchtigen sich bei schwacher Rothglühhitze, oxydiren sich selbst bei dem tiefsten Temperaturgrade an der Luft, verbrennen bei gelindem Erwärmen mit farbigem Lichte, zersetzen das Wasser unter Wasserstoff- und Wärmeentwicklung; vereinigen sich mit allen Zündern unter Lichtentwicklung.

Die Oxyde dieser Metalle, eigentliche Alkalien, sind grauweisse, feste Massen, ziehen aus der Luft Wasser und Kohlensäure an, erhitzen sich stark mit Wasser; ihre Hydrate (ätzende Alkalien) sind äusserst schwer krystallisirbar, schmelzen beim Erhitzen leicht, können aber durch keinen Hitzegrad ihres Wassergehalts beraubt, und nur bei sehr hohen Temperaturen verflüchtigt werden; schmecken äusserst ätzend, zerstören die Haut und alle organischen Körper, lösen sich in jedem Verhältnisse in Wasser auf, auch in Alkohol; ihre verdünnten Lösungen machen die Haut schlüpfrig, liefern mit Fetten gekocht Seifen, färben blaue Pflanzenfarben grün, gelbe braun, und stellen die blaue Farbe des gerötheten Lackmus wieder her. Ihre Verbindungen mit Säuren sind grösstentheils in Wasser löslich (ausser denen mit Uranoxyd, Zinnoxid, Antimonoxyd, antimoniger S. und Antimons., telluriger S., Titansäure und Kieselsäure). Die neutralen Alkalisalze sind meist ohne Reaction auf Pflanzenfarben (ausser den neutralen kohlen., phosphors., arsens., bors. und flusssauren Alkalien).

2) Metalle der alkalischen Erden (Ba, Sr, Ca), sind metallglänzend, weich, wenig schwerer als Vitriolöl, schmelzen in der Rothglühhitze, verdampfen erst in der strengsten Weissglühhitze, oxydiren sich schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft, verbrennen erhitzt mit farbigem Lichte, zersetzen das Wasser unter Entwicklung von Wasserstoff.

Ihre Oxyde sind weisse, compacte Massen oder Pulver, im Ofenfeuer unschmelzbar, feuerbeständig; mit Wasser befeuchtet erhitzen sie sich und zerfallen zu weissen, pulverförmigen Hydraten (1 At. Rad. + 1 At. Wasser); mit Wasser übergossen werden sie zu compacten, steinharten Massen; diese Hydrate bilden mit mehr Wasser Krystalle; sie lösen sich nur in geringer Menge in Wasser auf; diese Lösungen trüben sich an der Luft, indem sie Kohlensäure anziehen; die trocknen Erden zerfallen an der Luft zu Pulvern, die aus Hydraten und kohlen. Salzen bestehen; auf Pflanzenfarben reagiren sie, wie die Alkalien; mit Säuren bilden sie theils lösliche theils unlösliche Salze.

Aus den Lösungen dieser Salze wird durch Schwefelwasserstoff, Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium, Kaliumeisencyanür und Aetzammoniak keine Fällung hervorgebracht; Aetzkali dagegen und die kohlen. Alkalien bewirken weisse Niederschläge, so auch Schwefelsäure und Sauerkleesäure, wenn die Lösungen nicht zu verdünnt sind. Durch Aetzammoniak werden diese Körper nur gefällt, wenn sie an eine von folgenden Säuren gebunden sind: Flusss., Phosphors., arsenige S., Arsens. und Borsäure.

3) Metalle eigentlicher Erden (Mg, Al, Be, Zr, Y, Th, La). Magnesium bildet den Uebergang von der vorhergehenden Ordnung der Metalle zu dieser. Die Erdmetalle sind rücksichtlich ihrer Eigenschaften sehr von einander verschieden; einige haben Metallglanz und sind leicht schmelzbar, andre sind pulverförmig, nehmen unter dem Polirstahl nur wenig Glanz an, schmelzen nur im Focus des Hohlspiegels; sie verbrennen nur bei den höchsten Hitze-graden, in Sauerstoff unter Funkensprühen, leichter in Chlorgas; das Wasser zersetzen sie nur beim Kochen oder unter Mitwirkung einer starken Säure (Zirkonium selbst unter dieser Bedingung nicht).

Ihre Oxyde sind weisse in der Ofenhitze unschmelzbare Pulver, feuerbeständig, in Wasser völlig unlöslich und

ohne Reaction (ausser Talkerde); mit Wasser bilden sie in Säuren leicht lösliche Hydrate; geglüht sind sie in Säuren schwerer löslich oder ganz unlöslich; die Löslichkeit ihrer Salze hängt von der respectiven Säure ab.

Die Salze werden aus ihren Lösungen durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt; durch Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium als Hydrate (Schwefelwasserstoff entweicht); die Alkalien bewirken weisse, im Ueberschuss des Fällungsmittels theils lösliche theils unlösliche Niederschläge.

Schwere Metalle.

1) Unedle Metalle. Zu diesen macht das Cer von den Erden den Uebergang. Die unedeln Metalle haben alle einen ausgezeichneten Metallglanz, sind 6 bis 12 mal schwerer als Wasser, ihrer Schmelzbarkeit nach liessen sie sich in strengflüssige (Ce, Mn, Fe, Ni, Co, U, Cu) und in leicht schmelzbare (Zn, Cd, Pb, Bi) eintheilen; die letzteren verdampfen nur bei stärkern Hitzegraden; beim Erhitzen an der Luft oxydiren sie sich; das Wasser zerlegen nur einige unter Mitwirkung einer Säure; von Salpetersäure werden alle oxydirt.

Mit Sauerstoff gehen sie meist mehrere Verbindungen ein; ihre basischen Oxyde sind in wasserfreiem Zustande meist gefärbt, als Hydrate dagegen weiss oder von blässerer Farbe; rücksichtlich ihrer Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit sind sie sehr verschieden; sie verlieren durch blosses Glühen den Sauerstoff nicht, werden dagegen durch Kohle oder Wasserstoff leicht reducirt; in Wasser unlöslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben (ausser Bleioxyd); ihre Verbindungen mit Säuren sind theils löslich theils unlöslich, bald gefärbt, bald farblos.

Durch Schwefelwasserstoff werden einige, durch Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium alle aus ihren Lösungen als Schwefelmetalle gefällt (Ceroxydul als Hydrat). Die Alkalien bewirken Niederschläge von verschiedener Farbe und verschiedener Löslichkeit. Den Uebergang zu den

2) Edeln Metallen macht das Quecksilber. Diese (Hg, Ag, Pd, Pt, Ir, R, Os, Au) haben meist sehr starken Metallglanz und grosse Zähigkeit; sie sind wenigstens 10 mal schwerer als Wasser, strengflüssig, feuerbeständig, und lassen sich an der Luft nicht oxydiren (ausser Quecksilber

und Osmium). Ihre Oxyde bilden nur schwache Basen, können oft die Stelle von Säuren vertreten; sie sind in Wasser unlöslich ohne Reaction (ausser Silberoxyd) verlieren beim Glühen den Sauerstoff (ausser Iridium und Osmium); durch Erhitzen werden ihre Salze meistens sehr leicht zersetzt.

Aus ihren Auflösungen werden sie durch Oxydulsalze, unvollkommene Säuren, alle unedlen Metalle und durch einige organische Säuren regulinisch gefällt. Zu den

3) Electronegativen Metallen bildet Zinn den Uebergang. Diese Metalle (Sn, Sb, Te, Ti, Ta, W, Mo, V, Cr) zeichnen sich durch grosse Sprödigkeit aus (ausser Zinn), sie sind strengflüssig (ausser Zinn, Antimon und Tellur), meist feuerbeständig. Ihre niedern Oxydationsstufen sind schwache Basen oder Suboxyde, die höhern dagegen Säuren; letztere sind meist in Wasser unlöslich (ausser Chrom- und Tellursäure), nicht flüchtig (ausser Molybdäus.) ohne Reaction auf Pflanzenfarben; ihre Verbindungen mit Basen (selbst meist mit den Alkalien) sind im Wasser unlöslich.

Fixe Alkalien.

Kalium, K. Natrium, Na. Lithium, Li.

Vorkommen. Kalium findet sich seltner im Mineral- und Thierreiche als im Pflanzenreiche, Natrium vorzüglich in einigen Fossilien, im Quellwasser, Meerwasser und Strandpflanzen, Lithium nur selten, in einigen Steinen (Petalit, Amblygonit u. s. w.)

Darstellung. Die Dämpfe des ätzenden Alkalis werden durch glühendes Eisen, oder das kohlen. Alkali durch Glühen mit Kohle zersetzt, oder mit Hülfe von Quecksilber durch Galvanismus; die Dämpfe dieser Metalle müssen vor Zutritt der Luft bewahrt und in Steinöl aufgefangen werden.

Eigenschaften.

Kalium zinnweiss, spec. Gew. = 0,865, schmilzt bei 58°, bildet in schwacher Rothglühhitze grüne Dämpfe, entzündet sich im Wasser und sogar auf Eis, verbrennt mit rother Flamme.

Natrium geschmeidiger als Kalium, silberweiss, spec. Gew. = 0,972; schmilzt bei 90° ; im Wasser oxydirt es sich ohne Entzündung; mit Wasser befeuchtet, fängt es Flamme; verbrennt unter Funkensprühen mit gelber, leuchtender Flamme.

Lithium ist noch wenig untersucht.

Oxydationsstufen. Kalium und Natrium gehen mit Sauerstoff 3 Verbindungen ein.

Die Suboxyde ($R^2O^?$) erzeugen sich bei unvollkommener Oxydation unter Steinöl; bläulich grau, spröde, leicht schmelzbar und entzündlich.

Die Hyperoxyde bilden sich durch Verbrennung der Metalle in Sauerstoff; Kaliumhyperoxyd (KO^3) ist gelb, krystallinisch, schmelzbar, Natriumhyperoxyd (Na^2O^3) schmutzig grüngelb, schwer schmelzbar; beide verpuffen beim Erhitzen mit verbrennlichen Körpern.

Basische Oxyde. Alkalien. Man erhält sie, indem man die Lösung der kohlens. Alkalien mit Kalkmilch zersetzt, filtrirt, abdampft und glüht; wasserfrei durch Glühen der so erhaltenen Hydrate mit den entsprechenden Metallen.

Kaliumoxyd (*Kali*) bildet 3 Hydrate, das erste (KH) ist grau, wenig krystallinisch; das zweite (KH^3) weiss, von grossblättrigem Bruch; das dritte (KH^5) krystallisirt in der Kälte aus der Lösung in deutlichen Krystallen.

Das Natronhydrat ist weniger flüchtig und ätzend, als das des Kali, es zerfliesst anfangs wie dieses, wird aber, nachdem es sich mit Kohlensäure gesättigt hat, wieder fest und pulvrig.

Das Lithionhydrat ist weiss, durchscheinend, leicht schmelzbar, nicht flüchtig, nicht zerfliesslich, löst sich schwerer in Wasser als Kali und Natron.

Um die Alkalien von einander zu unterscheiden, ist es am besten, sie an eine Säure z. B. Schwefelsäure, Kohlensäure, Salpetersäure zu binden und die physischen Eigenschaften der gebildeten Salze zu vergleichen; Kalisalze färben auf Platiendraht die Löthrohrflamme violett, Natronsalze gelb, Lithionsalze purpurroth; durch Nickeloxyd gelb gefärbtes Boraxglas wird durch Zusatz von Kali blau, auf Zusatz von Natronsalzen bleibt es unverändert;

Lithion corrodirt Platindraht vor dem Löthrohre; Kali wird aus seinen Lösungen durch Weinsäure, Platinchlorid (in Alkohol gelöst), Kieselflussssäure, Ueberchlorsäure, schwefels. Thonerde und Kohlenstickstoffsäure gefällt, Natron nicht, Lithion wird durch eine Lösung von phosphors. Natron präcipitirt.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorkalium, KCl , findet sich in Mineralwässern, auch im Pflanzen- und Thierreiche, wird bei verschiedenen Processen als Nebenproduct gewonnen; farblose Würfel, ohne Krystallwasser, von bitterlich salzigem Geschmack, verknistert beim Erhitzen, schmilzt und verbraucht beim Glühen, leichter in Wasser als in Alkohol löslich; entwickelt bei seiner Auflösung in Wasser mehr Kälte als

Chlornatrium, $NaCl$. Dieses findet sich im Steinsalz, aufgelöst im Meerwasser und vielen Mineralwässern; man erhält es durch Abdampfen des Wassers aus Salzquellen (Salzsöolen), oder des Meerwassers oder durch Ausgraben des Steinsalzes. Es krystallisirt in wasserfreien Würfeln, bei 10° in wasserhaltigen, sechsseitigen Tafeln, luftbeständig, verhält sich in der Hitze wie das vorhergehende; löst sich in heissem Wasser nicht viel mehr auf als in kaltem.

Chlorlithium krystallisirt in leicht zerfliesslichen Würfeln, übrigens wie die voranstehenden Chlormetalle.

Bromnatrium, $NaBr$; Brom wird in Aetznatron aufgelöst, abgedampft ($NaBr + Na\ddot{Br}$) und geglüht, oder in die Lösung Schwefelwasserstoff geleitet, filtrirt und abgedampft; es krystallisirt bei gewöhnlicher Temperatur in sechsseitigen Tafeln mit 4 At. Wasser; über $+ 30^{\circ}$ in wasserfreien Würfeln; **Bromkalium**, KBr , ebenso dargestellt krystallisirt nur in wasserfreien Würfeln.

Jodkalium, KJ , wird dargestellt, durch Auflösen von Jod in Alkali, Abdampfen und Glühen; durch Digestion von Jod, metallischem Eisen und Wasser und Fällen der Lösung mit kohlen. Kali; durch Auflösen von Jod in Aetzkali und Zersetzung der gebildeten Jodsäure durch Schwefelwasserstoff; rechtwinklige, vierseitige Prismen, von scharf salzigem Geschmack, zerfliesslich, in der Glühhitze schmelzend und verdampfend.

Jodnatrium, NaJ , nach analogen Methoden erhalten,

krystallisirt in sechsseitigen Tafeln mit 4 At. Wasser, über + 50° krystallisirt es in wasserfreien Würfeln; sehr zerfliesslich, übrigens wie das vorhergehende.

Fluorkalium, KFl , aus Flusssäure und kohlen. Kali dargestellt, krystallisirt in wasserfreien Würfeln, zerfliesslich. Fluornatrium, Na Fl , wasserfreie Würfel, zieht kein Wasser an; beide Salze können sich mit 1 At. Flusssäure zu krystallisirbaren Körpern verbinden, Fluorlithium ist sehr schwer löslich.

Borfluorkalium, $\text{KFl} + \text{BFl}^3$, durch Vereinigung von Fluorbor und Fluorkalium erhalten; durchsichtige Gallert oder weisses Mehl, schwer löslich in Wasser, verliert beim Glühen Fluorbor. Borfluornatrium krystallisirt in rechtwinkligen Prismen, in Wasser leicht löslich. Borfluorlithium ist zerfliesslich.

Kieselfluorkalium, $3 \text{KFl} + 2 \text{SiFl}^3$, aus Kiesel-*flusssäure* und Kali bereitet; farblose Gallert oder weisses, lockres Pulver, schwer löslich; entwickelt beim Glühen Fluorkiesel. Kieselfluornatrium krystallisirbar, in Wasser leichter löslich.

Einfach Schwefelkalium, KS , durch Glühen von schwefels. Kali mit Kohle, durch Fällen von Schwefelbaryum mit kohlen. Kali; dunkelroth, krystallinisch, löst sich in Wasser ohne Farbe auf; zerfliessend an der Luft bildet es eine gelbliche Flüssigkeit, bläut rothes Lackmus, wird durch Säuren ohne Ausscheidung von Schwefel zersetzt, ist eine Schwefelbase. Doppelt schwefelkalium, KS^2 , durch Glühen von doppelt schwefels. Kali mit Kohle: orange-farben, nicht krystallinisch, leicht schmelzbar, in Wasser mit gelber Farbe löslich. Dreifach schwefelkalium, KS^3 , erhält man rein, wenn man über glühendes kohlen. Kali Schwefelkohlenstoffdampf leitet; (unrein [*Kalischwefelleber*] durch Glühen von 100 Th. kohlen. Kalis mit 58 Th. Schwefel ($4 \text{KO} \cdot \text{CO}^2 + 10 \text{S} = \text{KO} \cdot \text{SO}^3 + 3 \text{KS}^3$); von Leberfarbe, in der Hitze schwarz werdend. Vierfach schwefelkalium, KS^4 , Schwefelkohlenstoffdämpfe werden über erhitztes schwefels. Kali geleitet, ist dem vorhergehenden ganz ähnlich. Fünffach schwefelkalium, KS^5 , durch Zusammenschmelzen von 100 Th. kohlen. Kalis mit 94 Th. Schwefel ($16 \text{S} + 4 \text{K} \ddot{\text{C}} = \ddot{\text{C}} + \text{K} \ddot{\text{S}} + 3 \text{KS}^5$)

oder durch Kochen einer Lösung einer niedrigeren Schweflungsstufe mit überschüssigem Schwefel. Dunkelleberfarben (auch Kalischwefelleber) zieht an der Luft Feuchtigkeit an, entwickelt Geruch nach Schwefelwasserstoff, löst sich in Wasser mit gelbbrauner Farbe, zieht wie alle andern Verbindungen Sauerstoff an und zersetzt sich. Die 4 letztern Schweflungsstufen lassen auf Zusatz einer Säure Schwefel fallen, zugleich entweicht Schwefelwasserstoff.

Die Verbindungen von 2 At. Kalium mit 7 und mit 9 At. Schwefel sind wohl nur Gemenge der beschriebenen Verbindungen.

Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium, $KS + HS$, durch Sättigen von Aetzkali mit Schwefelwasserstoff; farblose Krystalle, an der Luft feucht werdend, in Wasser gelöst wird Sauerstoff absorbirt, und Wasser und Doppelschwefelkalium gebildet.

Natrium geht mit dem Schwefel Verbindungen ein, die in jeder Hinsicht denen des Kaliums entsprechen.

Salze.

Kohlensaures Kali, neutrales, $\ddot{K}\ddot{C}$, gereinigte Pottasche, *Cineres clavellati*, *Sal tartari*, erhält man im Grossen aus der Asche von Landpflanzen durch Auslaugen derselben, Abdampfen der Lösung und Glühen des Rückstands an der Luft; rein: durch Glühen des doppelkohlens. oder Einäschern des doppeltweins. Kalis. Weiss, zerreiblich, von scharfem Geschmacke, zerfliesslich, nicht in Alkohol löslich, schmilzt in der Glühhitze, kann nur schwierig in rhombischen Krystallen erhalten werden, die 2 At. Wasser enthalten. Neutrales kohlens. Natron findet sich in mehreren Mineralwässern, wird aus der Asche von Meerpflanzen durch Auslaugen und Krystallisiren bereitet, oder durch Glühen von gleichen Theilen schwefels. Natrons und kohlens. Kalks mit $\frac{2}{5}$ Kohlenstaub ($\ddot{Na}\ddot{S} + 4\ddot{C} = 4\ddot{C} + NaS + \ddot{Ca}\ddot{C} = CaS + Na\ddot{C}$). Schiefe rhombische Säulen, welche 10 At. Wasser enthalten, sehr leicht an der Luft verwittern; in wasserfreiem Zustande weisses Pulver, leichter schmelzbar als kohlens. Kali; das krystallisirte Salz löst sich bei $+160^{\circ}$ in seinem eignen Krystallwasser. Beide Salze reagiren alkalisch. Kohlens. Lithion kommt spärlich in einigen Mineralwässern vor, wird durch Fälln einer conc. Lösung von Chlorlithium mit kohlens. Ammoniak

erhalten, weisses Pulver, in Wasser schwer löslich, in der Hitze zu Email schmelzend.

Anderthalbkohlens. Kali, $\dot{\text{K}}^2\ddot{\text{C}}^3$, durch Mengen von 100 Th. einfach mit 131 Th. doppeltkohlens. Kalis; krystallisirbar, zerfliesslich, in Alkohol unlöslich. Das diesem entsprechende Natronsalz findet sich in einigen Landseen (*Tronasalz*), krystallisirt mit 4 At. Wasser in ungleichschenkligen, vierseitigen Pyramiden, verwittert nicht.

Doppeltkohlens. Kali, $\dot{\text{K}}\ddot{\text{C}}^2$, erzeugt sich, wenn das neutrale Salz einer Atmosphäre von Kohlensäure ausgesetzt wird; man bringt daher zu seiner Darstellung eine conc. Lösung einfach kohlens. Kalis über eine lebhaft gährende Flüssigkeit, oder trägt verkohlten Weinstein in ein mit Kohlensäure gefülltes Gefäss ein. Gerade rhombische Säulen, mit 1 At. Krystallwasser, luftbeständig, löst sich sehr wenig in Alkohol, metallisches Eisen wird von einer wässrigen Lösung dieses Salzes unter Wasserstoffentwicklung aufgelöst ($3\dot{\text{K}}\ddot{\text{C}} + \ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{C}}^3$). Das analoge Natronsalz krystallisirt mit 1 At. Wasser in kleinen, vierseitigen Tafeln, ist ziemlich luftbeständig. Beide Salze reagiren nur sehr schwach alkalisch, verlieren beim Kochen der Lösung einen Theil ihrer Kohlensäure.

Salpetersaures Kali, $\dot{\text{K}}\ddot{\text{N}}$, (*Salpeter*, *Nitrum prismaticum*) kommt in der Natur vor, auswitternd aus einigen Gesteinen tertiärer Formation, auch in einigen Pflanzen (*Borrago offic.* u. a.), wird im Grossen gewonnen, indem man Gemenge von thierischen Stoffen, Dammerde, Stroh, Mist, Kalk oder Asche in Haufen bringt, dieselben an einen luftigen Ort bringt, öfter umschaufelt und mit Urin übergiesst. Nach Verlauf von 12 bis 20 Monaten wird die Salpetererde ausgelaugt, die Lauge mit ausgelaugter Holzasche gefällt, und die abgegossene Flüssigkeit zur Krystallisation abgedampft (roher Salpeter). Durch Umschmelzen, Auflösen und wiederhohltes Krystallisiren wird das Salz gereinigt. Sechseitige Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung, ohne Krystallwasser, bei kleinen Temperaturveränderungen zerknisternd, von salzig kühlendem Geschmack, luftbeständig, schmilzt beim Erhitzen und bildet eine grobstrahlige Masse; erregt beim Auflösen in Wasser viel Kälte,

ist in Weingeist sehr wenig löslich. Salpeters. Natron (*Chilisalpeter*, *Würfelsalpeter*) findet sich in grossen Erdlagern in Chile und Peru; man reinigt das natürliche Salz durch wiederholte Krystallisation; wasserfreie, stumpfe Rhomboëder, von doppelter Strahlenbrechung, an der Luft feucht werdend, leichter in Wasser löslich als das Kalisalz.

Unterchlorigs. Kali, $\text{K}\overset{\cdot}{\text{Cl}}$, entsteht, wenn man in eine Lösung von kohlenst. Kali so lange Chlor leitet, bis Lackmus von der Flüssigkeit gebleicht wird, ohne vorher stärker blau gefärbt worden zu sein; nur in Lösung bekannt (*Javellische Lauge*), bleicht alle Pflanzenfarben, riecht chlorähnlich. Das Natronsalz derselben Säure stimmt in seiner Darstellung und seinen Eigenschaften mit dem Kalisalze völlig überein.

Chlorsaures Kali, $\text{K}\overset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}$; man sättigt eine Lösung von gleichen Th. kohlenst. Kali und Wasser mit Chlor, und kocht dann die Flüssigkeit, beim Erkalten scheiden sich die Krystalle dieses Salzes aus; oder man versetzt eine Lösung von durch Kochen des Chlorkalks entstandenen chlors. Kalk mit Chlorkalium. Wasserfreie perlmutterglänzende Blättchen oder rhombische Säulen und Tafeln, phosphorescirt beim Stossen und Reiben, schmilzt vor dem Glühen, luftbeständig. Chlors. Natron krystallisirt in Tetraëdern, löst sich leichter in Wasser als das Kalisalz, noch leichter in Weingeist auf.

Ueberchlorsaures Kali, $\text{K}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\text{Cl}}$, bildet sich bei gelindem Glühen des chlors. Kalis, krystallisirt in wasserfreien Oktaëdern, luftbeständig, löst sich schwer in Wasser. Das entsprechende Natronsalz bildet kleine zerfliessliche Krystallblättchen.

Jodsaures Kali, $\text{K}\overset{\cdot\cdot}{\text{J}}$, wird durch Zusammenschmelzen von Jodkalium mit chlors. Kali oder aus Jodchlorid und kohlenst. Kali erhalten, bildet weisse, luftbeständige Körnchen. Jods. Natron krystallisirt in luftbeständigen, wasserfreien Säulen; giebt mit Jodnatrium eine krystallisirbare Verbindung (*jodigs. Natron* $\text{Na}\overset{\cdot\cdot}{\text{J}} + 10 \text{H}$).

Schwefelsaures Kali, neutrales, $\text{K}\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$, (*Tartarus*

vitriolatus, *Sal polychrestus Glaseri*) findet sich in der Nähe von Vulkanen, auch in Pflanzen und Thieren; wird meist als Nebenproduct bei verschiedenen Processen erhalten; vier- oder sechsseitige Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung, ohne Krystallwasser, schmilzt in der Rothglühhitze, luft- und feuerbeständig. Neutrales schwefels. Natron (*Sal mirabilis Glauberi*) wittert in warmen Ländern aus dem Erdboden aus, findet sich auch in mehreren Mineralwässern, im Glauberit, wird aus Kochsalz und Schwefelsäure und oft auch als Nebenproduct gewonnen; krystallisirt bei gewöhnlicher Temperatur mit 10 At. Wasser in grossen, farblosen, vier und sechsseitigen Säulen, über $+ 33^{\circ}$ krystallisirt es in wasserfreien Rhombenoktaëdern, das erstere verwittert sehr leicht an der Luft, alles Wasser verlierend; das wasserfreie Salz löst sich in Wasser unter Erwärmung, das wasserhaltige unter Abkühlung auf. Schwefels. Lithion bildet mit 1 At. Wasser luftbeständige Krystalle.

Doppelschwefelsaures Kali, $\ddot{K} \ddot{S}^2$, wird als Nebenproduct z. B. bei der Salpetersäurebereitung gewonnen; krystallisirt mit 1 At. Wasser in kleinen vierseitigen Prismen, leicht schmelzbar, luftbeständig, verliert erst in starker Rothglühhitze das eine Atom Schwefelsäure, röthet Lackmus; durch Alkohol oder durch Kochen mit wenig Wasser wird es in neutr. schwefels. Kali und Schwefelsäure zerlegt. Doppelschwefels. Natron krystallisirt mit 1 At. Wasser in vier und sechsseitigen Säulen, ist luftbeständig, übrigens wie das entsprechende Kalisalz.

Neutrales phosphorsaures Natron, $\ddot{Na}^2 \ddot{P} + 25 \ddot{H}$, gewinnt man durch Sättigung von unreiner (kalkhaltiger) Phosphorsäure mit kohlens. Natron bis zur deutlich alkalischen Reaction; die filtrirte Flüssigkeit wird zur Krystallisation abgedampft; schiefe, rhombische Prismen mit vierflächiger Zuspitzung, von angenehm salzigem Geschmacke, unlöslich in Weingeist, verwittert sehr schnell; reagirt alkalisch; schmilzt beim Erhitzen und verliert bei $+ 100^{\circ}$ nur 24 At. Wasser; das letzte Atom Wasser wird nur in der Glühhitze ausgetrieben.

Das eine Atom Wasser ist also als basisches anzunehmen; Metallsalze fällen daraus Phosphate mit 3 At. Basis.

Neutrales paraphosphors. Natron, $\text{Na}^2\ddot{\text{P}}$, durch Glühen und Auflösen des vorhergehenden erhalten, krystallisirt mit 10 At. Wasser in rhombischen Säulen (mit von der Form des vorhergehenden Salzes abweichenden Winkeln), verwittert nicht, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, wird nicht durch Kochen seiner Lösung, wohl aber durch Erhitzen mit Säuren in die vorhergehende Verbindung umgewandelt. Doppeltphosphorsaures Natron, $\text{Na}\dot{\text{H}}^2 + \ddot{\text{P}}$, durch Zusatz von Phosphorsäure zu dem ersten neutralen Salze erhalten, krystallisirt mit 2 At. Wasser in rechtwinkligen Oktaedern oder geraden rhombischen Säulen, röthet Lackmus, verliert bei 100° 2 At. Krystallwasser, bei 200° noch 1 At. basisches Wasser, und verwandelt sich in doppeltparaphosphors. Natron, $\text{Na}\ddot{\text{P}}\dot{\text{H}}$; dieses ist nicht krystallisirbar, bildet nur eine weisse Salzcruste. Wird eines dieser beiden sauren Salze stark geglüht, so bildet sich neutrales metaphosphors. Natron, $\text{Na}\ddot{\text{P}}$; je nach dem Grade der angewendeten Glühhitze bildet sich ein unlösliches, pulverförmiges oder ein mit 1 At. Wasser verbundenes, gummiartiges, leicht lösliches Salz.

Die Verbindungen des Kalis mit Phosphorsäure sind denen des Natrons meist entsprechend, jedoch weniger untersucht. Phosphors. Natron Lithion, $\text{Na}^2\ddot{\text{P}} + \text{Li}^2\ddot{\text{P}}$, wird durch Fällung der Lithionsalze mit phosphors. Natron bei vorherrschender alkalischer Reaction erhalten; weisses in Wasser sehr schwer lösliches Pulver.

Die arsensauren Alkalien sind den phosphorsauren isomorphe Salze.

Doppelt borsaures Natron, *Borax*, $\text{Na}\ddot{\text{B}}^2$, findet sich als *Tinkal* mit einer seifenartigen Masse vereinigt an den Ufern mehrerer Salzseen Ostindiens; wird durch Behandlung mit $\frac{1}{400}$ Kalk oder mit Aetznatronlauge gereinigt (*raffinirt*), krystallisirt mit 10 At. Wasser in sechsseitigen Säulen mit dreiflächiger Zuspitzung, schmeckt süsslich laugenhaft, die wässrige Lösung reagirt schwach alkalisch; beim Erhitzen schmilzt es, bläht sich bedeutend auf (*Borax usta*), und fällt endlich zu einer farblosen

Glasmasse zusammen. Aus einer bis über $+ 33^{\circ}$ erwärmten Lösung krystallisirt dieses Salz mit 3 At. Wasser in regelmässigen Oktaëdern.

Das neutrale Salz, $\text{Na}\ddot{\text{B}}$, erhält man durch Zusammenbringen gleicher Aequivalente beider Bestandtheile; dieses ist fast unschmelzbar und reagirt stark alkalisch.

Die Kalisalze sind den Natronsalzen analog.

Kieselsaures Kali. In der Natur kommen mehrere Verbindungen von kieselsaurem Kali mit andern Silicaten vor; künstlich lässt sich das Kali mit der Kieselsäure fast in jedem Verhältnisse zusammenschmelzen; schmilzt man Kieselsäure mit kohlen. Kali zusammen, so erhält man immer harte, spröde, farblosdurchsichtige Massen, ohne krystallinen Bruch, die unlöslich in Wasser, Säuren und Alkalien sind. Werden 3 Th. kohlen. Kali mit 1 Th. Kieselsäure zusammengeschmolzen, so erhält man eine Glasmasse, welche an der Luft Feuchtigkeit anzieht, sich leicht in Wasser löst, alkalisch reagirt (*Liquor silicum*), mit einer Säure versetzt, gallertartige Kieselsäure ausscheidet. Ein Th. Kieselsäure mit 4 Th. Alkali zusammengeschmolzen, giebt eine glasige Masse, welche, wenn man bei langsamen Erkalten den innern noch flüssigen Theil ausfliessen lässt, perlmutterglänzende Krystalle zeigt. Schmilzt man 10 Th. Pottasche mit 15 Th. Quarzpulver und 1 Th. Kohle zusammen, so erhält man ein schwarzgraues Glas, welches sich in 5 Th. Wasser löst und dann beim Abdampfen eine opalisirende dickflüssige Masse bildet, welche alkalisch schmeckt und reagirt und keine Kohlensäure aus der Luft anzieht; bei langsamen Verdunsten giebt sie eine glasartige Masse, von muschlichem Bruch, an der Luft unveränderlich (*Wasserglas*).

Das Natron verhält sich zur Kieselsäure ganz wie das Kali. Das zu technischen Zwecken verwendete Glas ist nie eine rein chemische oder wenigstens nicht eine einfache Verbindung; der Kieselsäuregehalt variirt darin zwischen 45 und $75\frac{0}{100}$; das Glas enthält gewöhnlich Kali und Natron zugleich mit etwas Kalk, ein wenig Thonerde, Eisenoxyd und Bleioxyd. Natronreiches Glas ist härter als kalireiches; letzteres läuft an der Luft leicht bläulich an; Bleioxyd macht das Glas leichter schmelzbar, weniger blasig und ertheilt ihm stärkres Lichtbrechungsvermögen (*Flint-*

glas, Krystallglas); Braunstein und Mennige werden ihm zugesetzt, um es farblos zu machen. Durch längeres Weichhalten des Glases in der Hitze wird es weisslich, krystallinisch (*Reaumur'sches Glas*). Zur Fabrikation des Glases wendet man gewöhnlich an: gepulverten Quarz oder Kieselsand und Pottasche mit Kochsalz oder Soda, anstatt der letztern auch schwefels. Natron und Kohle.

Ammoniak. H^3N .

Ammonium ist nicht ein Metall, sondern ein zusammengesetzter Körper $= \text{H}^4\text{N}$, der in seinen Verbindungen ganz die Eigenschaften eines Alkalimetalles zeigt, so dass, bis auf seine Flüchtigkeit, von seinen Verbindungen dasselbe gilt, was im Allgemeinen über die Alkalien gesagt worden ist.

Zersetzt man nemlich ein Ammoniaksalz mit Hülfe von Quecksilber durch die galvanische Säule, so erhält man am negativen Pole eine den Amalgamen ähnliche Verbindung von Quecksilber mit Ammonium, das Quecksilber schwillt um sein 6 bis 8faches Volumen an, wird beinahe fest, krystallinisch, behält aber seinen Metallglanz; sobald es aus dem Kreise der galvanischen Säule entfernt wird, fällt das Quecksilber wieder zusammen und giebt Wasserstoff und Ammoniak aus. Eine ähnliche Verbindung entsteht beim Zusammenbringen von Kaliumamalgam und Salmiak ($\text{KHg} + \text{H}^4\text{NCl} = \text{KCl} + \text{H}^4\text{N Hg}$). Berzelius betrachtet diesen an sich noch hypothetischen Körper als Radical aller Ammoniakverbindungen; insofern nemlich kein Ammoniaksalz ohne Wasser (als wahres Salz) bestehen kann, so ist nach ihm die Basis der Ammoniaksalze $= \text{H}^4\text{N} + \text{O}$, und die aus Ammoniak und Wasserstoffsäuren hervorgegangenen Verbindungen sind nicht wahre Salze, sondern Verbindungen vom Radical der Wasserstoffsäure mit Ammonium ($\text{N}^4\text{NCl} = \text{N}^4\text{N} + \text{Cl}$, nicht aber $\text{H}^3\text{N} + \text{HCl}$).

Ammoniak, H^3N , findet sich nur selten in der anorganischen Natur vor, häufiger in den thierischen Excretionen (Harn); es bildet sich aber meistens erst bei der Fäulniss oder der trocknen Destillation stickstoffhaltiger, organischer Substanzen; man erhält es durch das Erhitzen von 1 Th. Salmiak mit 2 Th. ungelöschtem Kalk ($\text{H}^4\text{NCl} + \text{CaO} = \text{CaCl} + \text{HO} + \text{H}^3\text{N}$). Farbloses Gas, wird sowohl

durch Kälte als durch Druck tropfbar flüssig, spec. Gew. 0,59, von stechend urinösem Geruch und ätzend scharfem Geschmack, irrespirabel; Wasser nimmt sein 670-faches Volumen auf; auch von Alkohol wird es absorbirt; reagirt stark alkalisch, verbrennt nicht in der Luft, wohl aber in Sauerstoff mit gelber Flamme; mit Sauerstoff gemengt und entzündet, explodirt es heftig; die Ammoniakflüssigkeit (*Aetzammoniak*, *Spiritus salis ammoniaci causticus*) gefriert erst in sehr starker Kälte, bei der gewöhnlichen Temperatur in offenen Gefäßen verliert sie viel Ammoniak. Das Ammoniak (oder nach Berzelius das Ammoniumoxyd) geht mit Säuren Verbindungen ein, welche den Salzen der Alkalien in vieler Hinsicht entsprechen, einige Ammoniaksalze sind sogar den respectiven Kalisalzen isomorph; doch unterscheiden diese Salze sich von denen der übrigen Alkalien sehr deutlich dadurch, dass sie sich in der Hitze entweder verflüchtigen oder zersetzen.

Das Ammoniak in diesen Salzen erkennt man übrigens sehr leicht daran, dass das mit Aetzkali oder Aetzkalk erhitzte Salz ein farbloses Gas entwickelt, welches den eigenthümlichen Geruch des Ammoniaks zeigt, Curcumä bräunt, und an einem in Salzsäure oder Essigsäure getauchten Stäbchen weisse Nebel erzeugt.

Verbindungen des Ammoniums mit Elementen.

Chlorammonium, *Salmiak*, H^4NCl , findet sich selten schon gebildet in der Natur (in vulkanischen Gegenden) vor. Früher wurde der von verbranntem Kameelmist gesammelte Rus erhitzt und so der Salmiak daraus sublimirt; jetzt sättigt man meist das durch trockne Destillation von Steinkohlen oder thierischen Stoffen erhaltene unreine kohlen. Ammoniak mit Schwefelsäure, oder zersetzt es mit schwefelsaurem Eisenoxydul, dampft die Lösung des schwefels. Ammoniaks ab, erhitzt sie stark (um das empyreumatische Oel zu entfernen), und behandelt das so gereinigte und mit Kochsalz gemengte schwefels. Ammoniak in Sublimationsgefäßen. Oktaëder oder weisse, faserige, zähe Stücken, von stechend salzigem Geschmack, ohne Geruch, luftbeständig, ohne Zersetzung sublimirbar, löst sich in 3 Th. kaltem Wasser unter Kälteentwicklung; auch in

Weingeist löslich. Brom, Jod und Fluor gehen mit Ammonium ähnliche Verbindungen ein.

Mit Schwefel verbindet sich das Ammonium in denselben Verhältnissen wie Kali; man stellt diese Verbindungen durch Erhitzen von Salmiak mit dem Schwefelkalium dar (z. B. $\text{KS}^5 + \text{N}^4\text{NCl} = \text{KCl} + \text{H}^4\text{NS}^5$). Das Einfachschwefelammonium, N^4NS , durch unmittelbare Vereinigung von 1 Vol. Schwefelwasserstoff und 2 Vol. Ammoniak dargestellt, bildet farblose, sublimirbare Krystalle, die sich an der Luft zersetzen; dieser Körper ist eine Schwefelbase und verbindet sich mit electronegativen Schwefelmetallen. Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium, $\text{H}^4\text{NS} + \text{HS}$ (Schwefelwasserstoff-Ammoniak), durch Vereinigung gleicher Volumina Ammoniak und Schwefelwasserstoff oder durch Leiten von Schwefelwasserstoff in Aetzammoniak erhalten, bildet im wasserfreien Zustande dünne, farblose Blättchen, welche sehr flüchtig sind; an der Luft Sauerstoff anziehend, werden sie gelb ($\text{N}^4\text{NS} + \text{HS} + \text{O} = \text{HO} + \text{H}^4\text{NS}^2$); die Lösung dieses Körpers ist farblos, entwickelt mit Säuren Schwefelwasserstoff und scheidet nur Schwefel zugleich ab, wenn die Flüssigkeit gelb geworden ist und sich zersetzt hat; (Talkerdesalze dürfen dadurch nicht gefällt werden); Das *hepar sulphuris volatile* (*Spiritus Beguini*, *Liquor fumans Boylii*), ist eine der höhern Schwefelungsstufen des Ammoniums; man erhält sie durch Destillation von 2 Th. Salmiak, 2 Th. gelöschtem Kalk und 1 Th. Schwefel, nachdem man 3 Th. Wasser vorgeschlagen hat: eine dunkelorange farbne, ölarartige Flüssigkeit, von widerlichem Geruche, raucht an der Luft; Säuren fällen daraus Schwefelmilch.

Ammoniaksalze.

Kohlensaures Ammoniak. Durch unmittelbare Vereinigung von 2 Vol. Ammoniak und 1 Vol. Kohlens. bildet sich ein weisser, krystallinischer Körper ($\text{H}^3\text{N}.\text{CO}^2$), welcher sich an der Luft sowohl als im Wasser in anderthalb kohlens. Ammoniak verwandelt. Letzteres Salz ($\text{H}^3\text{N})^2 + \text{C}^3 + \text{H}^2$, erzeugt sich bei der trocknen Destillation thierischer Körper.

Mit viel stinkendem Oel verunreinigt; in diesem Zustande ist es braungelb und in Wasser schwerer löslich, als das reine Salz;

zu pharmaceutischem Gebrauche wird es mit 2 Th. Kreide und dem 8ten Th. Kohle gemengt und sublimirt; das *Hirschhornsalz* (*Ammon. pyroleosum*, *Sal cornu cervi*) ist ziemlich weiss, fest, nicht krystallinisch, erst durch wiederholte Sublimation mit thierischer Kohle kann es vollkommen vom Empyreuma befreit werden.

Um es rein zu erhalten, bedient man sich des Salmiaks, indem man diesen mit $1\frac{1}{2}$ Th. Kreide mengt und glüht ($3\text{H}^4\text{NCl} + 3\text{CaO} \cdot \text{CO}^2 = 3\text{CaCl} + (\text{H}^3\text{N})^2 \cdot \ddot{\text{C}}^3 \cdot \dot{\text{H}}^2 + \text{H}^3\text{N} \cdot \dot{\text{H}}$). Es krystallisirt in Rhombenoktaëdern mit 2 At. Wasser, bildet aber gewöhnlich dichte, weisse, durchscheinende Massen, riecht stechend ammoniakalisch, bräunt Curcumä, verwandelt sich an der Luft in doppelt kohlen. Ammoniak, $\text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{C}}^2 \cdot \dot{\text{H}}$; dieses erhält man auch, wenn man in eine gesättigte Auflösung des vorigen Salzes Kohlensäure leitet, so lange noch etwas davon aufgenommen wird: sechsseitige Säulen, von sehr schwach alkalischer Reaction, zersetzt sich beim Erhitzen in Kohlensäure und anderthalb kohlen. Ammoniak.

Salpetersaures Ammoniak, $\text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{N}} \cdot \dot{\text{H}}$ (*Nitrum flammans*) aus kohlen. Ammoniak und Salpetersäure bereitet; dünne, biegsame Nadeln, von scharf bitterm Geschmack, an feuchter Luft zerfliesslich; bei 250° zerfällt es in Stickstoffoxydul und Wasser; schnell bis 300° erhitzt, zersetzt es sich unter Feuererscheinung.

Salpetrigsaures Ammoniak, $\text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{N}} \cdot \dot{\text{H}}^3$, aus salpetrigs. Bleioxyd und schwefels. Ammoniak dargestellt, zerlegt sich beim Kochen seiner Lösung in Stickstoff und Wasser.

Schwefelsaures Ammoniak, $\text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{S}} \cdot \dot{\text{H}}^2$, aus kohlen. Ammoniak und Schwefelsäure bereitet, bildet prismatische Krystalle (deren Grundform eine rhombische Säule ist [isomorph dem schwefels. Kali]), von scharf bitterm Geschmack, nur an warmer Luft etwas verwitternd, wird erst bei sehr hoher Temperatur zerlegt in Stickstoff, Wasser und schwefl. Ammoniak.

Phosphorsaures Ammoniak, einfaches, $(\text{H}^3\text{N})^2 \cdot \ddot{\text{P}} \cdot \dot{\text{H}}^{\frac{1}{2}}$, schiefe, rhombische Säulen, von alkalischer Reac-

tion, verwittert etwas an der Luft und verliert Ammoniak; zweifaches, $\text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{P}} \cdot \text{H}^3$, luftbeständige quadratische Säulen oder Oktaëder; durch Glühen verlieren beide Salze das Ammoniak, Phosphorsäure bleibt zurück.

Phosphorsaure Natron-Ammoniak, $\text{Na} \cdot \text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{P}} + 10\text{H}$ (*Sal microcosmicus, sal fusibilis urinae*) findet sich im menschlichen Harn; rein bereitet man es durch unmittelbare Vereinigung von phosphors. Natron und phosphors. Ammoniak; gewöhnlich erhält man es kochsalzhaltig aus 6 Th. krystallisirten phosphors. Natron, 2 Th. Wasser und 1 Th. Salmiak; farblose Tafeln, welche an der Luft Wasser und Ammoniak verlieren; beim Erhitzen giebt das Salz Ammoniak aus und schmilzt zu einem klaren Glase von saurem phosphors. Natron.

Baryum. Ba. Strontium. Sr. Calcium. Ca.

Diese Körper finden sich in der Natur häufig als Oxyde, an Säuren gebunden vor. Man bereitet die Metalle dadurch, dass man das mit Wasser zu einem Teige gemachte Oxyd, in Berührung mit Quecksilber der Wirkung der Volta'schen Säule aussetzt, oder durch Erhitzen der Oxyde mit Kalium. Diese 3 Metalle sind einander sehr ähnlich, wie sich aus den oben angeführten allgemeinen Eigenschaften der Metalle ergibt; Baryum ist weiss, sehr glänzend, Strontium grauweiss, weniger glänzend und Calcium silberweiss.

O x y d e.

Alkalische Erden, $\text{BaO} \cdot \text{SrO} \cdot \text{CaO}$. Man erhält sie durch Glühen ihrer salpetersauren Salze für sich, oder durch Behandeln ihrer mit Kohle gemengten kohlens. Salze in der Weissglühhitze. Den Aetzkalk erhält man im Grossen auch ohne Hinzufügung von Kohle aus dem kohlens. Kalk (Kalkstein, Marmor,) durch blosses Glühen; indessen muss hierbei ein Luftwechsel zwischen den glühenden Kalktheilchen statt finden; im Kleinen bewerkstelligt man denselben durch Hindurchführen von Wasserdämpfen.

Der Baryt ist grauweiss, hart, schmilzt nur im Knallgasgebläse, ist sehr giftig; das Barythydrat, BaH , ist weiss, schmilzt in der Rothglühhitze, verliert sein Wasser dabei nicht; aus seiner kochenden Lösung schiessen beim Erkalten Prismen an, $= \text{BaH} + 9 \text{ Aq}$.

Strontian bildet mit Wasser auch ein Hydrat $= \text{SrH} + 12 \text{ Aq}$, welches in vierseitigen Tafeln oder Nadeln krystallisirt; das Hydratwasser wird durch Glühhitze auch hier nicht ausgetrieben.

Kalk ist weiss, leicht zerreiblich, weniger ätzend, als Baryt und Strontian, löst sich weit schwerer in heissem als in kaltem Wasser, bildet ein in sechsseitigen Prismen krystallisirendes Hydrat, welches beim Glühen auch sein Hydratwasser verliert.

Diese drei Oxyde sind sehr starke Basen und bilden mit Säuren Salze, durch welche sich noch am besten diese Körper selbst unterscheiden lassen.

Lässt sich aber auch nicht aus den Eigenschaften eines Salzes ersehen, welche von diesen drei Basen zugegen ist, so kann man sich folgender Hülfsmittel zu ihrer Unterscheidung bedienen: Barytsalze werden aus ihren Lösungen durch Kieselflussssäure und Jodsäure gefällt, nicht aber Strontian und Kalk; Strontiansalze färben meist die Alkoholflamme purpurroth; Kalksalze werden aus den verdünntesten Lösungen noch durch Sauerkleesäure gefällt. Die verschiedene Löslichkeit der schwefels. Salze dieser Basen und die vom Kalk zum Strontian und Baryt graduell zunehmende Verwandtschaft der Schwefelsäure hat zu folgendem Unterscheidungsmittel Anlass gegeben: man setzt zur Lösung des fraglichen Körpers eine gesättigte Lösung von schwefels. Kalk (1 Th. löst sich in 461 Th. Wasser); ist Baryt oder Strontian vorhanden, so trübt sich die Flüssigkeit von ausgeschiedenem schwefels. Baryt oder Strontian; um diese zu unterscheiden, fügt man dann eine Lösung von schwefels. Strontian (1 Th. löst sich in 3600 Th. Wasser) hinzu, eine hierdurch hervorgebrachte Trübung kann nur von schwefels. Baryt herrühren.

Hyperoxyde (1 At. Rad. mit 2 At. Sauerstoff). Nur das Baryumhyperoxyd ist im wasserfreien Zustande bekannt; es entsteht durch Verbrennen von Baryum in Sauerstoff oder Erhitzen von Baryt in demselben Gase; das Hy-

drat erhält man, wenn wasserfreier Baryt auf schmelzendes chlores Kalk gestreut und die erkaltete Masse mit Wasser ausgezogen wird; Strontium- und Calciumhyperoxyd entsteht, wenn man Strontian oder Kalk in Wasserstoffhyperoxyd bringt; das Baryumhyperoxyd ist schmutzig grau, verliert nur in starker Glühhitze den Sauerstoff, das Hydrat BaH^6 bildet krystallinische Schuppen, wird schon im Kochen mit Wasser zersetzt; Strontiumhyperoxydhydrat besteht aus glänzenden Schuppen, das Hydrat der Calciumverbindung ist in Wasser unlöslich, und zersetzt sich allmählig in demselben.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorbaryum, (*Terra ponderosa salita*), BaCl , erhält man durch Zersetzung von Schwefelbaryum oder kohlen. Baryt mit Salzsäure oder durch Glühen von 2 Th. schwefels. Baryt mit 1 Th. Chlorcalcium; krystallisirt mit 2 At. Wasser in geraden, rhombischen Säulen oder dünnen Blättchen, von bitterlich scharfem Geschmack, giftig, luftbeständig, verknistert in der Hitze, schmilzt beim Rothglühen, feuerbeständig, in Alkohol und in Salzsäure fast unlöslich.

Chlorstrontium krystallisirt mit 6 At. Wasser in langen Säulen, schmeckt bitter, wird an der Luft feucht, schmilzt beim Glühen, in Alkohol löslich.

Chlorcalcium findet sich im Meerwasser und in einigen Mineralwässern, wird meist als Nebenproduct (bei der Ammoniakbereitung) gewonnen. Beim Abdampfen einer Chlorcalciumlösung bis zur Syrupsdicke erhält man während des Erkaltens sechsseitige, gestreifte Säulen mit 6 At. Krystallwasser; beim Erhitzen schmelzen die Krystalle, und hinterlassen nach Austreibung alles Wassers eine glasartige, farblose, durchscheinende Masse, welche, wenn sie vorher den Sonnenstrahlen ausgesetzt war, einige Zeit im Dunkeln leuchtet; die Krystalle und die Glasmasse ziehen aus der Luft sehr schnell Wasser an und zerfließen; wasserfreies Chlorcalcium erhitzt sich mit Wasser, wasserhaltiges löst sich in Wasser unter Kälteentwicklung auf; die alkoholische Lösung verbrennt mit gelbrother Flamme. Kocht man eine Chlorcalciumlösung mit Kalkhydrat, so scheiden

sich beim Erkalten dünne, silberglänzende Nadeln von Calciumoxychlorid (*viertel salzsaurem Kalk*), $\text{CaCl} + 3 \text{CaO} + 15 \text{H}$, ab; durch Alkohol und Wasser werden dieselben wieder zerlegt.

Fluorcalcium, CaFl , *Flussspath*, findet sich in der Natur häufig, krystallisirt in Würfeln und Oktaëdern, leuchtet beim Erhitzen sehr stark im Dunkeln, schmilzt erst in sehr starker Glühhitze, wird durch Schwefelsäure beim Erhitzen sehr leicht zersetzt, nicht aber durch Kochen mit ätzenden oder kohlensauren Alkalien; das künstlich bereitete Fluorcalcium ist ein weisses, in Wasser unlösliches Pulver.

Schwefelbaryum, BaS , wird bereitet durch Glühen von schwefels. Baryt mit Kohle und Mehlkleister, oder von Aetzbaryt mit Schwefel und Auslaugen der erkalteten Masse, oder durch erhitzten Aetzbaryt und Schwefelwasserstoff; es bildet farblose, durchsichtige Tafeln oder doppelt sechsseitige Pyramiden mit Krystallwasser, von ätzendem Geschmack, wird an der Luft gelb; Schwefelcalcium, auf eine ähnliche Weise, wie Schwefelbaryum dargestellt, ist weiss mit einem Stich ins Rothe, leuchtet im Dunkeln noch einige Zeit, wenn es vorher dem Sonnenlichte ausgesetzt war; löst sich wenig in Wasser, kann daraus krystallisirt erhalten werden.

Salze.

Salpetersaurer Baryt, $\text{Ba}\ddot{\text{N}}$, wird am besten dargestellt, wenn man eine in der Kälte gesättigte Lösung von Chlorbaryum mit einer ebenso gesättigten Lösung von salpeters. Natron versetzt; der salpeters. Baryt scheidet sich dann in kleinen Krystallen aus; wasserfreie Oktaëder, luftbeständig, beim Erhitzen decrepitirend, unlöslich in Alkohol und Salpetersäure.

Salpeters. Strontian bildet entweder wasserfreie luftbeständige Oktaëder oder wasserhaltige (5 At.), schiefe rhombische Säulen, welche sehr leicht verwittern, unlöslich in Alkohol.

Salpeters. Kalk kommt in manchen Brunnenwässern vor, bildet sich in Salpeterplantagen, krystallisirt nur schwierig in langen sechsseitigen Säulen, zerfliesst äusserst

leicht; wird durch Glühen zum Theil zersetzt, durch Bestrahlung im Dunkeln leuchtend.

Kohlensaurer Baryt, $\text{Ba}\ddot{\text{C}}$, kommt in der Natur als *Witherit* in sechsseitigen Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung vor, der künstliche ist ein weisses Pulver. Kohlens. Strontian findet sich natürlich als *Strontianit* in rhombischen Säulen; der künstliche ist ein weisses in kohlensäurehaltigem Wasser etwas lösliches Pulver. Kohlens. Kalk kommt in der Natur als *Kreide*, *Tropfstein*, *Kalkstein*, *Marmor*, deutlich auskrystallisirt in dimorphen Gestalten vor: als *Kalkspath*, in stumpfen Rhomboëdern, spec. Gew. 2,7 doppelte Strahlenbrechung, weicher als *Arragonit*; dieser krystallisirt in sechsseitigen Prismen, spec. Gew. 2,94; ritzt Kalkspath.

Rose erhielt durch Fällung von kohlens. Kalk aus kalten Lösungen mikroskopische Kalkspathkrystalle, aus heissen Lösungen aber die Form des Arragonits.

Das künstliche Salz ist ein weisses Pulver, in kohlensäurehaltigem Wasser löslich; löst man Aetzkalk in Zuckerwasser auf, so scheiden sich an der Luft allmählig spitze Rhomboeder von kohlens. Kalk mit 5 At. Krystallwasser aus.

Unterchlorigsaurer Kalk, $\text{Ca}\ddot{\text{Cl}}$, kann durch Sättigen von Kalk mit chloriger Säure erhalten werden. Der sogenannte *Chlorkalk*, *Calcareo chlorinica*, wird gewöhnlich als ein Gemeng dieses Salzes mit Calciumoxychlorid $= \text{Ca}\ddot{\text{Cl}} + (\text{Ca}\text{Cl} + 3\text{CaO} + 15\text{H}\ddot{\text{O}})$ angesehen; man lässt zu seiner Darstellung bei möglichst niedriger Temperatur Chlorgas auf trocknes Kalkhydrat so lange einwirken, als noch etwas Gas absorbirt wird. Weisses Pulver, von chlorähnlichem Geruch, zieht an der Luft Wasser und Kohlensäure an, löst sich in Wasser unter Zurücklassung von Aetzkalk und starker Entwicklung von Chlor; er bleicht organische Stoffe, durch Kochen mit Wasser bildet er viel chlors. Kalk.

Schwefelsaurer Baryt, $\text{Ba}\ddot{\text{S}}$, findet sich in der Natur als *Schwerspath*, dessen Kernform eine gerade rhombische Säule ist; der künstliche ist ein weisses, schweres Pulver, geschmacklos, nicht giftig, äusserst schwer schmelzbar, feuerbeständig, in Wasser und Säuren unlös-

lich. Schwefels. Strontian findet sich als *Cölestin* in geraden rhombischen Säulen, der künstliche ist ein weisses, geschmackloses Pulver, schmilzt in heftiger Hitze. Schwefels. Kalk, findet sich wasserfrei vor als *Anhydrit* in geraden rechtwinkligen Säulen, als *Gypsspath*, *Alabaster*, *Frauenfels* mit 2 At. Wasser verbunden in geschobenen vierseitigen Tafeln oder rechtwinkligen Säulen; künstlich bildet er ein weisses Pulver oder sehr kleine Nadeln, verliert über 100° das Krystallwasser, und nimmt es beim Befeuchten mit Wasser wieder auf, verliert aber diese Eigenschaft, wenn er sehr stark geglüht worden war; schmilzt leichter als die voranstehenden Sulphate, besonders leicht aber mit Flussspath zu einem Email.

Phosphorsaurer Kalk, neutraler, $\text{Ca}^2\ddot{\text{P}}$; man erhält ihn nur, wenn man in eine Lösung von Chlorcalcium eine Lösung von gewöhnlichem phosphors. Natron tröpfelt, nicht umgekehrt; bildet ein weisses, krystallinisches, in Wasser unlösliches Pulver, welches 4 At. Krystallwasser enthält. Basisch phosphors. Kalk, $\text{Ca}^3\ddot{\text{P}}$, findet sich fossil im *Phosphorit*, vorzüglich aber im Skelet der Wirbelthiere; wird stets erhalten, wenn man einer sauren Lösung, in welcher sich Kalk und Phosphorsäure befinden, Aetzammoniak zusetzt, oder in eine Lösung von phosphors. Natron Chlorcalciumlösung tröpfelt; weisses Pulver. Halbbasisch phosphors. Kalk, $\text{Ca}^3\ddot{\text{P}}$, findet sich mit Chlorcalcium verbunden als *Apatit*, *Spargelstein* ($\text{CaCl} + 3\text{Ca}^3\ddot{\text{P}}$) in sechsseitigen Säulen; wird künstlich erhalten durch Kochen des vorigen Salzes mit Aetznatron. Saurer phosphors. Kalk, $\text{Ca}\ddot{\text{P}}$, durch Auflösen des neutralen Salzes in Salzsäure oder Salpetersäure und Abdampfen erhalten, bildet kleine Schuppen, schmeckt und reagirt sauer, wird an der Luft feucht und schmierig, löst sich in Wasser, Alkohol zieht Phosphorsäure aus, schmilzt in der Rothglühhitze.

Kalk geht noch einige andre, weniger genau untersuchte Verbindungen ein. Baryt und Strontian verbinden sich auch in mehreren Verhältnissen mit Phosphorsäure.

Arsensaurer Kalk findet sich in der Natur als *Pharmakolith* $= \text{Ca}^2 \ddot{\text{A}}\text{s} + 6 \text{Aq.}$

Verbindungen von Kieselsäure mit Kalk kommen im Mineralreiche verschiedene vor, in denen der kieselsaure Kalk meist mit andern Silicaten verbunden ist; man findet $\text{Ca} \ddot{\text{Si}}$, $\text{Ca}^2 \ddot{\text{Si}}$, $\text{Ca}^3 \ddot{\text{Si}}$, $\text{Ca}^3 \ddot{\text{Si}}^2$.

Magnesium, Mg.

Dieser Körper findet sich stets an Sauerstoff gebunden in der Natur vor; man erhält ihn am besten aus Chlormagnesium und Kalium; er ist silberweiss, metallglänzend, hart und dehnbar, schwerer als Wasser, schmilzt in der Rothglühhitze, bleibt in trockner Luft unverändert, läuft in feuchter Luft an, verbrennt an der Luft mit Funken-
sprühen, zersetzt das Wasser im Kochen.

O x y d e.

Magnesiumoxyd, *Magnesia*, *Talkerde*, *Bittererde*, MgO , erhält man durch Glühen der kohlen-s. Talkerde (*Magnesia usta*); weisses lockres Pulver, un-schmelzbar, feuerbeständig, bildet mit Wasser ein Hydrat, welches zuweilen in der Natur krystallisirt vorkommt, Mg H , bräunt feuchtes Curcumäpapier; das künstliche Hydrat zieht aus der Luft allmählig Kohlensäure an. Die Talkerde bildet mit Säuren Salze, von denen die löslichen bitter schmecken.

Diese Salze werden aus ihren Lösungen nicht gefällt: durch Schwefelwasserstoff, Schwefelwasserstoff-Ammoniak, Kaliumeisencyanür und anderthalbkohlens. Ammoniak, während Aetzkali, Aetz-ammoniak und kohlen-s. Natron oder Kali weisse Niederschläge bewirken; befinden sich neben der Talkerde noch Ammoniaksalze in Lösung, so ist die Fällung durch erwähnte Alkalien unvollständig oder sie kommt gar nicht zum Vorschein; das kohlen-s. Ammoniak bewirkt nur dann eine Fällung, wenn das Talkerde-salz mit dem Reagens gekocht wird, oder wenn die Talkerde an Flusssäure, Phosphorsäure, arsenige S., Arsensäure oder Borsäure gebunden ist; häufig wendet man zur Präcipitation der Talk-

erde phosphors. Natron mit Ammoniak an. Talkerdesalze, mit einer Lösung von salpeters. Kobaltoxyd befeuchtet, und vor dem Löthrohre geglüht, liefern blassrosenrothe Pulver.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlormagnesium, $MgCl$, erhält man, wenn Chlorgas oder Salzsäuregas über glühende Talkerde geleitet wird; weiss, perlmutterglänzend, leicht schmelzbar, zerfliesslich, erhitzt sich mit Wasser; die wässrige Lösung zersetzt sich beim Abdampfen in entweichende Salzsäure und zurückbleibende Talkerde. Nur schwierig erhält man diesen Körper in Nadeln mit 5 At. Wasser krystallisirt; es verbindet sich leicht mit den Chloriden der Alkalien. Brommagnesium findet sich im Meerwasser und einigen Salzsöolen, ist krystallisirbar, verhält sich fast ganz wie die Chlorverbindung.

Schwefelmagnesium, MgS , durch Glühen von schwefels. Talkerde mit Kienrus oder aus Talkerdehydrat und Schwefelwasserstoff erhalten, bildet trocken eine weisse, leicht zerreibliche Masse, als Hydrat ist es schleimig, löslich in Wasser.

Salze.

Kohlensaure Talkerde; neutrale, $Mg\ddot{C}$, kommt in der Natur als *Magnesit* (selten krystallisirt in Rhomboëdern) vor; künstlich erhält man sie, wenn man das basische Salz mit Wasser anrührt und Kohlensäure hindurchleitet, bis sich alles aufgelöst hat; beim freiwilligen Verdunsten dieser Flüssigkeit schießt das neutrale Salz mit 3 At. Wasser in sechsseitigen Prismen an, welche an der Luft verwittern, indem sie Wasser und Kohlensäure verlieren; in kaltem Wasser zersetzt sie sich in das basische und saure Salz, in kochendem aber entweicht Kohlensäure und nur das basische Salz bleibt zurück. Das saure Salz findet sich häufig in Mineralwässern, kommt nur in Auflösung vor und zersetzt sich beim Kochen in Kohlensäure und basisch kohlensaure Talkerde, *Magnesia alba*, $MgH + 3 Mg\ddot{C}H$.

Setzt man zu einem Talkerdesalze ein kohlensaures fixes Alkali (Natron oder Kali), so bildet sich ursprünglich basisch kohlens.

Talkerde und ein saures Salz, letzteres bleibt in Lösung und wird erst durch Kochen zersetzt; daher muss zur Darstellung des fraglichen Salzes eine Lösung von schwefels. Talkerde kochend durch kohlens. Kali gefällt werden. Weisses sehr lockres leichtes Pulver, in Wasser unlöslich.

Salpetersaure Talkerde, $\text{Mg}\ddot{\text{N}}$, findet sich in der Salpeterrohlauge, krystallisirt mit Wasser in rhombischen Säulen, ist sehr zerfliesslich.

Schwefelsaure Talkerde, *Bittersalz*, *Sal amarus*, $\text{Mg}\ddot{\text{S}}$, findet sich in den sogenannten Bitterwässern, in einigen Salzsoolen, im Meerwasser, wird meist im Grossen erhalten: durch Abdampfen der Bitterwässer; man versetzt die Mutterlauge der Salinen, welche grösstentheils aus Chlormagnesium, schwefels. Talkerde und schwefels. Kali besteht, mit Kochsalz, und kühlt bis $-12,5^\circ$ ab, hierbei scheidet sich schwefels. Natron und dann bei weiterm Verdunsten schwefels. Kali ab, so dass nur Chlormagnesium in Lösung bleibt; letztere wird nun wieder mit schwefels. Natron versetzt, bis $+50^\circ$ erwärmt und abgedampft, in der Wärme scheiden sich zuerst Kochsalzkrystalle und später Krystalle von schwefels. Talkerde ab; man kocht eine Mutterlauge, die nur noch Chlormagnesium enthält, mit Schwefelsäure ein; *Dolomit* ($\text{Ca}\ddot{\text{C}} + \text{Mg}\ddot{\text{C}}$) wird mit verdünnter Schwefelsäure digerirt und die schwefels. Talkerde vom Gyps durch Krystallisation getrennt; Kupferkies oder Schwefelkies enthaltender Talkschiefer wird geröstet und mit Wasser ausgelaugt, aus der Lauge das Kupfer durch metallisches Eisen, und das Eisen durch Kalk gefällt. Dieses Salz krystallisirt mit 7 At. Wasser in geraden rhombischen Säulen, verwittert nur wenig, schmilzt beim Erwärmen im Krystallwasser und hinterlässt das wasserfreie Salz als weisses Pulver, welches sich, mit Wasser befeuchtet, bis zum Glühen erhitzt.

Das siebente Atom Wasser in diesem Salze kann durch 1 At. eines andern schwefelsauren Salzes vertreten werden z. B. $\text{Na}\ddot{\text{S}} + \text{Mg}\ddot{\text{S}} + 6 \text{ Aq.}$

Phosphorsaure Talkerde, $\text{Mg}^2\ddot{\text{P}}$, findet sich in den Saamen der Gräser, auch in einigen thierischen

Flüssigkeiten und im *Sordawalit*; wird künstlich erhalten, wenn man Phosphorsäure in eine Lösung essigsaurer Talkerde tröpfelt; krystallisirt in Nadeln mit 14 At. Wasser, löst sich in Wasser, wird durch Kochen in ein saures lösliches und ein basisches unlösliches Salz zersetzt.

Basisch phosphors. Talkerde-Ammoniak findet sich in den Hülsen aller Gräser, im Harn vieler Thiere und oft in thierischen Concrementen; wird durch Fällen von schwefels. Talkerde mit phosphors. Natron und Ammoniak dargestellt; ist ein weisses, krystallinisches Mehl, in Wasser sehr wenig löslich.

Doppelt borsaure Talkerde, $\text{Mg}\ddot{\text{B}}^2$, ist körnig krystallinisch, schwer löslich, reagirt alkalisch, wird durch Glühen in Talkerde und Borsäure zersetzt; (letztere lässt sich durch Wasser und Alkohol vollständig ausziehen). Boracit, $\text{Mg}^3\ddot{\text{B}}^4$, findet sich in der Natur in Würfeln krystallisirt ohne Wasser.

Im Mineralreiche kommt die Talkerde ziemlich häufig an Kieselsäure gebunden vor, vorzüglich in Verhältnissen $= \text{Mg}\ddot{\text{Si}}$ und $\text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}^2$.

Aluminium. Al.

Erhitzt man wasserfreies Chloraluminium mit Kalium; und zieht die geschmolzene Masse mit Wasser aus, so bleibt das Aluminium in Form eines grauen, mit metallglänzenden Flimmerchen untermischten, Pulvers zurück; es nimmt unter dem Polirstahl zinnweissen Glanz an, leitet Electricität nicht, bleibt an der Luft unverändert, und verbrennt erst bei hohen Hitzegraden mit glänzender Flamme.

Alaunerde, *Thonerde*, Al^2O^3 , findet sich rein als *Corund*, gefärbt im *Rubin* und *Saphir*, als Hydrat im *Diaspor* ($\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{H}}$) und im *Gibbsit* ($\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{H}}^3$); künstlich erhält man sie am besten durch Glühen von Ammoniakalaun. Die natürlich vorkommende Alaunerde krystallisirt in spitzen Rhomboëdern und ist nächst dem Diamanten der härteste Körper; die künstlich bereitete bildet ein weisses Pulver, welches im Ofenfeuer nur zusammensintert, im

Knallgasgebläse schmilzt; frisch gefällt bildet sie ein Hydrat, das im feuchten Zustande gallertartig, trocken aber fest, halb durchscheinend ist; das Hydrat ist leicht in Säuren löslich; je stärker sie geglüht worden ist, desto schwerer löst sie sich in Säuren auf; in Aetzkali ist sie auflöslich, und setzt sich daraus allmählig als krystallinische Rinde ab (AlH^3).

Die Alaunerdesalze sind farblos oder weiss; die löslichen haben einen süsslich zusammenziehenden Geschmack und röthen Lackmus; durch Glühen werden alle Alaunerdesalze, deren Säure nicht feuerbeständig ist, zerlegt.

Durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak entsteht aus den Lösungen der Alaunerdesalze ein weisser gallertartiger Niederschlag, ebenso durch kohlensaure und ätzende Alkalien; in jedem Falle ist der Niederschlag Hydrat, jedoch fällt oft ein basisches Salz oder eine Verbindung von Alaunerde mit dem Alkali nieder; nur der durch ätzende, fixe Alkalien entstandene Niederschlag ist im Ueberschuss des Fällungsmittels löslich. Vor dem Löthrohre mit salpeters. Kobaltoxyd behandelt, liefern diese Salze schön blaue Pulver. Mit Alkalien lässt sich die Alaunerde nicht nur auf nassem sondern auch auf trockenem Wege verbinden; in der Natur kommen einige Verbindungen vor, in welchen die Alaunerde den electronegativen Bestandtheil ausmacht z. B. im *Spinell* $= \text{Mg Al}$ u. a. m.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chloraluminium, Al^2Cl^3 , erhält man, wenn über mit Rus gemengte, stark glühende, Alaunerde Chlor geleitet wird; ist krystallinisch blättrig, halb durchscheinend, blass grünlichgelb, leicht schmelzbar und sublimirbar, raucht an der Luft, zerfliesst, erhitzt sich mit Wasser, kann mit 12 At. Wasser in sechsseitigen Prismen erhalten werden, röthet Lackmus; das wasserhaltige Chloraluminium zersetzt sich beim Erhitzen in Salzsäure und Alaunerde.

Fluoraluminium, Al^2Fl^3 , kommt im *Topas* mit kiesels. Alaunerde (Al Si) und im *Kryolith* mit Fluornatrium verbunden vor; künstlich lässt es sich nur im wasserhaltigen Zustande bereiten, und bildet dann eine syrupartige Flüssigkeit oder gelbliche Krusten.

Salze.

Salpetersaure Alaunerde, $\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{N}}^3$, strahlige Krystalle oder gummiartige Masse, zerfliesslich; Ammoniak schlägt aus der Lösung ein basisches Salz nieder.

Schwefelsaure Alaunerde, neutrale, $\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}^3$, kann durch Digestion von Thon mit verdünnter Schwefelsäure bereitet werden; krystallisirt schwierig in perlmutterglänzenden Blättchen mit 18 At. Wasser, wird durch Erhitzen in Wasser schwer löslich; durch Glühen verliert sie einen Theil ihrer Schwefelsäure. Basisch schwefels. Alaunerde, $\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}^2$, durch Digestion des vorigen Salzes mit Alaunerdehydrat erhalten; eine gummiähnliche, leicht lösliche Masse, welche durch Kochen in Alaunerde und das neutrale Salz zerlegt wird. Zweifach basische Alaunerde, $\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}$, kommt im *Aluminite* vor; man erhält sie durch Fällern des neutralen Salzes mit Ammoniak; ist ein weisses, unlösliches Pulver.

Schwefelsaure Alaunerde-Kali, *Alaun*, $\ddot{\text{K}}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}^3$, kommt nicht selten in der Natur vor, wird aber meist künstlich dargestellt: durch Auslaugen alaunhaltiger Laven; durch Rösten des Alaunsteins ($\ddot{\text{K}}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}^3 + \ddot{\text{Al}}^2$.) und Auslaugen mit Wasser (*römischer Alaun*); aus dem Alaunschiefer und der sogenannten fossilen Alaunerde (welche neben Alaunerde Schwefelkies enthalten), durch Rösten und Auslaugen.

Nachdem sich aus der Lauge das basisch schwefels. Eisenoxyd abgesetzt hat, dampft man sie etwas ein und versetzt sie mit schwefels. Kali oder Chlorkalium; der Alaun scheidet sich dann als Mehl ab, welches in Wasser gelöst und umkrystallisirt wird.

Der Alaun krystallisirt mit 24 At. Wasser in Oktaëdern, bei etwas Ueberschuss von Alaunerde in Würfeln, verwittert an der Luft nur oberflächlich, schmilzt bei gelindem Glühen und verwandelt sich nach dem Verluste alles Wassers in ein weisses Pulver, *Alumen ustum*; bei anhaltendem, starkem Glühen, geht schweflige S. und Sauerstoff fort, schwefels. Kali und Alaunerde bleiben zurück. Mit schwefelsaurem Ammoniak bildet neutrale schwefels. Alaunerde ein dem Kalialaun isomorphes Salz ($\text{H}^3\text{N} \cdot \ddot{\text{S}} \cdot \text{H} +$

$\ddot{\text{Al}} \ddot{\text{S}}^3 + 24 \text{ Aq.}$); mit Natron ein in Oktaëdern krystallisirendes Salz, welches 26 At. Wasser enthält.

Halb phosphorsaure Alaunerde, $\ddot{\text{Al}}^4 \ddot{\text{P}}^3$, findet sich mit 36 At. Wasser im *Wavellit* in feinen zu Bündeln und Nieren gruppirten Nadeln.

Kieselsaure Alaunerde, in verschiedenen Verhältnissen gemischt, macht fast den häufigsten Bestandtheil der festen Erdrinde aus; die verschiedenen Thonarten und die meisten Steine enthalten dieses Silicat; die Verhältnisse, in welchen Alaunerde mit Kieselsäure frei oder verbunden mit andern Körpern vorkommt, sind = $\ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^3$, $\ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}^2$, $\ddot{\text{Al}} \ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{Al}}^2 \ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{Al}}^4 \ddot{\text{Si}}$.

Beryllium. G.

Das Beryllium, auch Glycium genannt, wird aus der Chlorverbindung und Kalium dargestellt; es ist ein dunkelgraues Pulver, welches nur schwachen Metallglanz annimmt, unschmelzbar ist, an der Luft und im Wasser sich nicht verändert, nur beim Glühen mit glänzendem Lichte verbrennt; in verdünnten Säuren und fixen Alkalien löst es sich unter Wasserstoffentwicklung auf.

Beryllerde, Glycinerde, $\text{G}^2 \text{O}^3$, findet sich im *Beryll*, *Smaragd*, und einigen andern Steinen an Kieselsäure gebunden; ist ein weisses, leichtes Pulver, welches, selbst durch Verbrennen des Metalls; nicht im geschmolzenen Zustande zu erhalten ist, giebt mit Wasser ein Hydrat, welches an der Luft Kohlensäure anzieht. Ihre Salze sind von süsslich zusammenziehendem Geschmacke, die löslichen röthen Lackmus.

Die Beryllersalze werden aus ihren Lösungen durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak, durch ätzende und kohlensaure Alkalien weiss gefällt; nur der durch Aetzammoniak entstandene Niederschlag ist im Ueberschuss des Fällungsmittels löslich; charakteristisch für diese Salze ist, dass aus einer erhitzten Lösung derselben Fluorkalium beim Erkalten kleine weisse Schuppen ($\text{KFl} + \text{G}^2 \text{Fl}^3$) ausscheidet. Mit schwefels. Kali giebt die Beryllerde keine dem Alaun ähnliche Verbindung.

Chlorberyllium, $\text{G}^2 \text{Cl}^3$, ganz wie Chloraluminium dargestellt, hat demselben ganz ähnliche Eigenschaften.

Zirkonium. Zr.

Dieses Metall, aus Fluorzirkonkalium und Kalium dargestellt, bildet ein schwarzes, kohleähnliches Pulver, nimmt unter dem Polirstahl nur dunklen, eisengrauen Metallglanz an, leitet Electricität nicht, entzündet sich beim Erhitzen noch vor dem Glühen und verbrennt ruhig mit starkem Glanze; bleibt in Wasser unverändert, auch in Säuren und ätzenden Alkalien; nur von Flusssäure wird es aufgelöst; auf trockenem Wege kann es leicht oxydirt werden.

Zirkonerde, Zr^2O^3 , findet sich im *Zirkon* und *Hya-cinth* an Kieselsäure gebunden; ist ein weisses, unschmelzbares Pulver, sintert beim Glühen nicht zusammen, ritzt Glas; frisch gefällt bildet sie ein gallertartiges Hydrat, Zr^2H^3 , welches beim Trocknen zusammenschrumpft und durchscheinend wird; dasselbe ist in Säuren leicht löslich; kurz nachdem durch Erhitzen alles Wasser ausgetrieben ist, verbreitet sie ein lebhaftes Licht, und ist dann in den Säuren, ausser Schwefelsäure und Flusssäure, unlöslich.

Die Zirkonerde hat grosse Geneigtheit mit Säuren basische, meist unlösliche Salze zu bilden; ihre neutralen, löslichen Salze haben einen rein zusammenziehenden Geschmack und röthen Lackmus.

Mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak und ätzenden Alkalien geben diese Salze weisse, permanente Niederschläge, mit den kohlensauren Alkalien dagegen im Ueberschusse leicht lösliche; durch einfach schwefels. Kali wird aus jenen Lösungen basisch schwefels. Zirkonerde (Zr^3S mit etwas $K S$) gefällt (indem sich doppelt schwefels. Kali bildet); dieser Niederschlag wird durch Kochen in Säuren völlig unlöslich.

Chlorzirkonium, wie Chloraluminium dargestellt, ist nicht flüchtig, krystallisirt aus der wässrigen Lösung in Prismen, giebt an der Luft Salzsäure aus und wird zum Oxychloride.

Von Fluorzirkoniumkalium giebt es 2 Verbindungen = $2 KFl + Zr^2Fl^3$ und $3 KFl + 2 Zr^2Fl^3$; beide werden durch unmittelbare Verbindung von Fluorkalium und Fluorzirkon dargestellt, sind krystallisirbar und feuerbeständig.

Yttrium. Y.

Aus Chloryttrium und Kalium erhalten, bildet dieses Metall eisengraue Schuppen, von dunklerem Metallglanz als Aluminium; bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es in Wasser und an der Luft unverändert, verbrennt beim Erhitzen an der Luft mit blendendem Lichte; in verdünnten Säuren und ätzenden Alkalien (ausser Ammoniak) oxydirt es sich unter Wasserstoffentwicklung.

Yttererde, YO , findet sich im *Gadolinit* und einigen andern Fossilien vorzüglich an Kieselsäure gebunden; ist ein gelblich weisses, sehr schweres, unschmelzbares Pulver; das Hydrat ist weiss, flockig und zieht aus der Luft Kohlensäure an; in Säuren sind beide leicht löslich.

Die Yttererdesalze sind von weisser Farbe, meist noch schwerer als die Barytsalze; die löslichen haben einen herbsüsslichen Geschmack.

Durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Kaliumeisencyanür werden sie weiss gefällt; mit ätzenden Alkalien geben sie weisse permanente, mit kohlen. Alkalien erst in sehr grossem Ueberschuss lösliche Niederschläge. Die Alkalien schlagen meist nicht die reine Erde, sondern basische Salze nieder.

Chloryttrium, YCl , ist rücksichtlich seiner Darstellung und seiner Eigenschaften dem Chloraluminium sehr ähnlich.

Die schwefels. Yttererde, $Y\ddot{S}$, unterscheidet diese Erde von allen andern, indem die kleinen Krystalle dieses Salzes in Wasser, sei es kalt oder siedend heiss, anfangs gleich unlöslich erscheinen, sich aber später vollständig, wiewohl sehr langsam, auflösen; sie bildet mit schwefels. Kali ein Doppelsalz, welches fast eben so schwer löslich wie das einfache Salz ist, und sich von ähnlichen Doppelsalzen durch seine Löslichkeit in gesättigten Lösungen von schwefels. Kali unterscheidet.

Thorium. Th.

Wie die vorigen Erdmetalle dargestellt, bildet das Thorium ein dunkelbleigraues Pulver, welches nur wenig Metallglanz annimmt, wird weder von kaltem noch warmem Wasser oxydirt, entzündet sich an der Luft noch weit un-

ter der Glühhitze und verbrennt mit lebhaftem Lichte; wird von Säuren unter Wasserstoffentwicklung aufgelöst, Alkalien wirken nicht darauf.

Thorerde, ThO , findet sich an Kieselsäure gebunden in dem seltenen Fossile, *Thorit*, ist weiss, pulvrig, unter den Erden die schwerste; bildet ein gallertartiges Hydrat, welches an der Luft Kohlensäure anzieht, wird schon beim Trocknen in Säuren schwer löslich, durch Glühen wird sie in Säuren völlig unlöslich; schmilzt man sie mit Alkalien zusammen, so wird sie dadurch nicht löslicher.

Ihre Salze sind farblos oder weiss, werden durch Glühen sehr leicht zersetzt, die löslichen haben einen rein zusammenziehenden Geschmack.

Von Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Kaliumeisencyanür werden sie weiss gefällt; ätzende Alkalien bewirken weisse, permanente, kohlensaure im Ueberschuss lösliche Niederschläge.

Chlorthorium, ThCl , hat dieselbe Darstellungsweise und fast dieselben Eigenschaften wie Chloraluminium.

Characteristisch für die Thorerde ist ihr schwefels. Salz, ThS ; dasselbe bildet bei langsamen Verdunsten rhomboëdrische, 5 At. Wasser enthaltende, Krystalle, welche sich wie die schwefels. Yttererde äusserst langsam in Wasser auflösen, sich von dieser aber dadurch unterscheiden, dass durch Kochen der Lösung die schwefels. Thorerde gefällt, beim Erkalten aber wieder aufgelöst wird; sie bildet mit schwefels. Kali ein nur in reinem Wasser lösliches Doppelsalz.

Lanthanium. La.

Dieses Metall wird wie die Metalle der übrigen Erden dargestellt; es ist ein dunkelbleifarbn Pulver, zersetzt das Wasser schon in der Kälte, oxydirt sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft.

Lanthanoxyd, LaO , findet sich in Gemeinschaft mit Cer im *Cerit*; die aus dem Fossile gemeinschaftlich ausgeschiedenen Oxyde werden in salpeters. Salze verwandelt und geglüht; es bildet sich Ceroxyd und Lanthanoxyd; letzteres wird durch verdünnte Salpetersäure mit Hülfe gelinder Wärme ausgezogen; es ist ein blassziegelrothes Pul-

ver, welches in Wasser sich allmählig in ein weisses Hydrat verwandelt, letzteres stellt die blaue Farbe des gerötheten Lackmus wieder her; löst sich, auch geglüht, leicht in Säuren, in Salmiaklösung unter Austreibung von Ammoniak.

Es bildet 2 isomere Modificationen; in Wasserstoff geglüht, wird es weiss, löst sich schwerer in Säuren und bildet Lösungen und Salze, die einen Stich ins Grüne haben; in Sauerstoff geglüht, wird es, ohne alle Gewichtszunahme, ziegelroth, löst sich leichter in Säuren und bildet amethystrothe Lösungen und Salze; letztere sind von zusammenziehenden Geschmack, werden durch Glühen weiss; schwefels. Lanthanoxyd giebt mit schwefels. Kali ein schwer lösliches Doppelsalz. Mit Baryumhyperoxyd giebt dieser Körper ein Hydrat von Lanthanhyperoxyd, LaO^2 , welches schon beim Trocknen das 1 At. Sauerstoff wieder verliert.

Cerium. Ce.

Dieses Element findet sich in der Natur an Sauerstoff oder Fluor gebunden, wird aus Chlorcerium und Kalium dargestellt, und bildet ein chocoladenbraunes Pulver, welches unter dem Polirstahl stahlgrau und nur wenig glänzend wird; leitet Electricität nicht, oxydirt sich in kaltem Wasser und an der Luft nicht, leicht aber in heissem Wasser, entzündet sich bei gelindem Erhitzen an der Luft, wird von verdünnten Säuren unter Wasserstoffentwicklung gelöst.

Ceroxydul, CeO , ist in wasserfreiem Zustande unbekannt, als Hydrat ist es weiss, wird aber an der Luft durch Sauerstoffabsorption schnell gelb; die Salze sind farblos, von süsslich herbem Geschmack.

Durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Kaliumeisencyanür werden sie weiss gefällt; ätzende Alkalien bewirken weisse, permanente, kohlensaure im Ueberschuss lösliche Fällungen. Mit schwefels. Kali giebt schwefels. Ceroxydul ein Doppelsalz, welches in einer gesättigten Lösung von schwefels. Kali unauflöslich ist.

Chlorcerium, Ce Cl , ist weiss, porös, schmelzbar, nicht sublimirbar, zerfliesslich, absorbirt Sauerstoff an der Luft; die alkoholische Lösung verbrennt mit grüner Flamme.

Fluorcer findet sich in der Natur mit Fluoryttrium im *Yttrocerit*.

Ceroxyd, Ce^2O^3 , wird durch Glühen des kohlen- oder salpeters. Ceroxyds erhalten, ist ein ziegelrothes, in Säuren lösliches Pulver; mit Salzsäure erwärmt, entwickelt es Chlor; vor dem Löthrohre mit Borax zusammengeschmolzen, giebt es in der äussern Flamme ein dunkelrothes Glas, welches in der innern Flamme oder beim Erkalten farblos wird; beide Oxyde können sich mit einander verbinden =, $CeCe$; diese Verbindung entsteht durch Glühen des Oxyds in Wasserstoff; sie bildet ein citrongelbes, mit Salzsäure Chlor entwickelndes, Pulver. Die Ceroxydsalze sind gelb oder orangefarben, von säuerlich zusammenziehendem Geschmack.

Mangan. Mn.

Dieses Metall findet sich im Mineralreiche meist mit Sauerstoff verbunden, vorzüglich im *Braunstein*; es wird aus seinen Oxyden nur schwierig dargestellt; die Reduction lässt sich noch am besten durch Kohle und Oel bewerkstelligen; es ist graulich weiss, feinkörnig, sehr spröde, spec. Gew. 8,013, magnetisch (?) äusserst strengflüssig, oxydirt sich an der Luft und im Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur.

O x y d e.

Manganoxydul, MnO , wird durch Glühen von kohlen. Manganoxydul oder geglühtem Braunstein in einem Strome von Wasserstoff, oder durch Erhitzen von Chlormangan mit kohlen. Natron und etwas Salmiak erhalten; es ist ein grünlich graues Pulver, lässt sich durch eine glühende Kohle entzünden, und verbrennt glimmend zu Oxyd; das durch Fällung entstandene Hydrat, MnH , ist weiss, wird an der Luft durch Sauerstoffabsorption schnell braunroth; die löslichen Salze dieser Base sind von bitterlich zusammenziehendem Geschmack, und im krystallisirten Zustande bald farblos bald blass rosenroth.

Durch Schwefelwasserstoff werden sie nicht gefällt, durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak fleischroth, durch Kaliumeisencyanür

weiss; Aetzkali bewirkt einen weissen, permanenten Niederschlag, der sich an der Luft allmählig bräunt; Aetzammoniak fällt das Manganoxydul nicht vollständig aus, verhält sich aber übrigens wie Aetzkali; die kohlensauren Alkalien erzeugen weisse, permanente Fällungen; Salmiak löst den durch Aetzammoniak und kohleus. Ammoniak entstandenen Niederschlag vollständig auf, so lange er sich noch nicht gebräunt hat. Vor dem Löthrohre mit Borax oder Phosphorsalz (phosphors. Natron-Ammoniak) zusammengeschmolzen, liefern die Manganoxydulsalze in der äussern Flamme amethystfarbne Perlen, die in der innern Flamme farblos werden. Die geringsten Mengen von Mangan erkennt man noch, wenn man auf Platindraht etwas von dem zu untersuchenden Körper mit Soda zusammenschmilzt, an der saftgrünen Farbe, welche die geschmolzene Masse annimmt.

Manganoxyd, Mn^2O^3 , findet sich wasserfrei im *Braunit*, als Hydrat im *Manganit*; bildet sich bei gelindem Glühen von Manganoxydul; ist ein schwarzes Pulver, giebt beim Glühen Sauerstoff aus; das Hydrat, MnH , kommt in der Natur in geraden rhombischen Säulen vor; künstlich bereitet ist es ein leberbraunes Pulver; mit Salzsäure erwärmt, entwickelt es Chlor; dieses Oxyd ist eine sehr schwache Base, geht nur mit wenigen Säuren Verbindungen ein, entwickelt mit den meisten Sauerstoff, sich in Oxydul verwandelnd; es kann dagegen die Stelle einer Säure vertreten, und geht daher mit stärkern Basen und mit dem Manganoxydul selbst Verbindungen ein; wir finden in der Natur Verbindungen von Manganoxyd mit Baryt, mit Kobaltoxyd und mit Kupferoxyd; das Manganoxydoxydul findet sich im *Hausmannit*, bildet sich beim Glühen des Oxyds oder Hyperoxyds, und stellt dann ein braunes Pulver dar.

Manganhyperoxyd, MnO^2 , findet sich im *Pyrolusit* (*Graumanganerz*, *Braunstein*) in geraden rhombischen Säulen oder in strahlig krystallinischen Massen, giebt einen schwarzen Strich, leitet Electricität, und ist ein stark negativer Electromotor, wird durch Glühen in Manganoxydul verwandelt, giebt mit Schwefelsäure in der Kälte eine purpurrothe Flüssigkeit (MnS^3), durch Kochen wird dieselbe unter Sauerstoffentwicklung farblos; das in der Natur vorkommende Hydrat des Manganhyperoxyds

ist schwarz, zusammenhängend; künstlich bildet sich dasselbe durch Behandlung von kohlen. Manganoxydul mit Wasser und Chlor, auch aus mangans. Kali und Salpetersäure; es stellt ein schwarzbraunes Pulver dar.

Mangansäure, MnO^3 , kennt man nur in Verbindung mit Basen; sie bildet sich beim Glühen des Hyperoxyds mit ätzenden oder salpeters. Alkalien; ihre Lösungen werden an der Luft allmählig roth, violett und endlich farblos unter Abscheidung von Manganhyperoxydhydrat; auf Zusatz von Schwefelsäure scheiden sie sogleich unter Sauerstoffentwicklung dasselbe Hydrat ab; mit Salzsäure entwickeln sie Chlor; in Berührung mit organischen Substanzen zersetzen sie sich sogleich (daher nicht durch Papier filtrirbar). Die mangansauen Salze sind den schwefelsauen und chromsauren isomorph.

Ueermangansäure, Mn^2O^7 , wird gebildet, wenn man chlorsaures Kali mit Aetzkali und Braunstein zusammenschmilzt, die erkaltete Masse in Wasser löst und die purpurrothe Lösung des ueermangans. Kalis vom ausgeschiedenen Manganhyperoxyd abgiesst und krystallisiren lässt; die Ueermangansäure wird dann mit salpeters. Silberoxyd gefällt, das Silberoxydsalz durch Barytwasser, und der ueermangans. Baryt durch Schwefelsäure zerlegt; die vom schwefels. Baryt abgegossene purpurrothe Flüssigkeit enthält die fragliche Säure. Man erhält sie nur schwer in strahligen Krystallen, ihre Lösung zersetzt sich über $+ 30^\circ$, so auch durch Sonnenlicht; Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Jod, Wasserstoff und die meisten Metalle werden davon oxydirt; alle organischen Substanzen werden zerstört und zum Theil in Ameisensäure verwandelt. Mit Basen giebt sie meist lösliche, krystallisirbare Salze, von tief dunkelpurpurrother Farbe, die sich gegen die angeführten Elemente und gegen organische Substanzen wie die freie Säure verhalten.

Verbindungen des Mangans mit andern Elementen.

Manganchlorür, MnCl , wird durch Glühen von Salmiak mit Braunstein erhalten; es ist blättrig, krystallinisch, rothbräunlich, schmelzbar, nicht flüchtig, zerflüsslich, krystallisirt nur schwer aus der wässrigen Lösung in

blassrothen Tafeln mit 4 At. Wasser; die Weingeistlösung verbrennt mit rother Flamme.

Manganchlorid, Mn^2Cl^3 , bildet eine dunkelschwarzbraune Flüssigkeit, die sich beim Erwärmen schnell zersetzt.

Manganhyperchlorid, Mn^2Cl^7 , entsteht, wenn man übermangans. Kali mit Kochsalz und überschüssiger Schwefelsäure zersetzt; bräunlich grüne, destillirbare Flüssigkeit, welche an der Luft einen purpurrothen Dampf verbreitet.

Schwefelmangan, MnS , findet sich als *Manganglanz* in Würfeln krystallisirt, ist metallglänzend, schwarz, giebt gerieben ein grünes Pulver; das künstlich bereitete ist ein schwarzgrünes Pulver.

salze.

Kohlensaures Manganoxydul, $\text{Mn}\ddot{\text{C}}$, findet sich als *Manganspath* in rosenrothen Rhomboëdern; das künstliche ist ein weisses Pulver.

Schwefelsaures Manganoxydul, $\text{Mn}\ddot{\text{S}}$, wird meist als Nebenproduct gewonnen; krystallisirt in geschobenen vierseitigen Säulen mit 4 At. Wasser, unter $+6^\circ$ krystallisirt es mit 7 At. Wasser; lässt sich ohne Zersetzung glühen, leichter in kaltem, als heissem Wasser löslich.

Schwefels. Manganoxyd, $\ddot{\text{Mn}}\ddot{\text{S}}^3$, kennt man nur in der Flüssigkeit, welche durch Digestion von Braunstein mit conc. Schwefelsäure in der Kälte entsteht; dieses Salz giebt mit schwefels. Kali ein Doppelsalz, den sogenannten *Manganalaun*, $\text{K}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Mn}}\ddot{\text{S}}^3 + 24 \text{ Aq}$, welches in violetten Oktaëdern krystallisirt.

An Kieselsäure gebunden kommt das Manganoxydul im *rothen Mangankiesel* $= \text{Mn}^3\ddot{\text{Si}}^2$ und im *schwarzen Mangankiesel* $= \text{Mn}^3\ddot{\text{Si}} + 3 \text{ Aq}$ vor.

Mangans. Kali, $\text{K}\ddot{\text{Mn}}$, krystallisirt in rhombischen Säulen von grüner Farbe; die grüne Lösung wird allmählig violett und roth (*Chamaeleon minerale*), indem Hyperoxyd sich ausscheidet und übermangans. Kali sich bildet.

Uebermangans. Kali, $\text{K}\ddot{\ddot{\text{Mn}}}$, bildet dem überchlors. Kali isomorphe, dunkelpurpurrothe, fast schwarze

Krystalle, die purpurrothe Lösung derselben wird durch verdünnte Alkalien violett und grün, durch Säuren wieder roth.

Eisen. Fe.

Gediegenes Eisen findet sich in allen Meteorsteinen; sein Vorkommen tellurischen Ursprungs ist noch problematisch; die Erze, aus welchen es dargestellt wird, sind nur Oxyde, nie Schwefelverbindungen, nemlich Magnet Eisenstein $= \text{Fe} + \ddot{\text{Fe}}$, Eisenglanz und Rotheisenstein $= \ddot{\text{Fe}}$, Braun- Gelb- Rasen- Eisenstein $= \ddot{\text{Fe}} + \text{H}$, Spatheisenstein $= \text{Fe} \ddot{\text{C}}$, und thoniger Sphärosiderit, ein Gemeng von kohlen. Eisenoxydul und kiesels. Thonerde. Diese Erze werden zuerst geröstet, theils um Wasser und Kohlensäure auszutreiben, theils um das Oxydul in Oxyd zu verwandeln; hierauf werden sie gepocht und der Reduction mit Kohle unterworfen.

Bei dem letztern Processe ist jedoch insbesondere darauf zu sehen, dass die den Erzen beigemengten, kieselsauren und anderen Verbindungen, welche beim Ausschmelzen die Schlacke erzeugen, so mit Zuschlägen versehen werden, dass jene nicht, kiesels. Eisenoxydul bildend, zu viel Eisen verschlacken, oder durch eigne Reduction sich mit dem Eisen verbindend, die Güte desselben beeinträchtigen. Enthält das Erz zu viel Kieselsäure (Quarz), so schlägt man Kalkstein zu, damit sich Kalksilicate erzeugen; sind dagegen zu viel fremde Basen in dem Erze, so setzt man Quarz oder so viel eines quarzhaltigen Eisenerzes zu (*gattirt*), dass die Reduction jener fremden Basen verhindert und diese an Kieselsäure gebunden werden; das Verhältniss des Zuschlags muss ein solches sein, dass die daraus sich bildende Schlacke gerade bei der zur Reduction nöthigen Temperatur schmelze und die Stelle eines Flussmittels vertrete. Diese Schlacke besteht dann meist aus Bisilicaten ($\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe} \ddot{\text{Si}}^2$).

Der Reductionsprocess wird in eigends construirten Oefen (*Hohöfen*), vorgenommen; das reducirte Eisen verbindet sich bei diesem Processe mit Kohlenstoff und wird dadurch leichtflüssig; es sammelt sich daher auf dem untern Theile des Ofens an, und wird aus diesem von Zeit

zu Zeit durch eine vorher mit Sand verstopfte Oeffnung herausgelassen; das schmelzende Eisen fliesst dann auf den mulden- oder rinnenförmig ausgehöhlten Boden aus (*Flossen* oder *Gänze*).

Das so erhaltene Eisen (*Roheisen*, *Gusseisen*) ist grauschwarz, leicht schmelzbar und spröd. Diese Eigenschaften verdankt es seinem grossen Gehalte an Kohlenstoff ($5\frac{0}{0}$) und an andern Elementen, wie Silicium, Aluminium, Mangan u. a. m.; diese Körper sucht man durch Oxydation möglichst zu entfernen. Zu dem Behufe wird das Roheisen mit Kohle bedeckt und in eignen Oefen unter Zuleiten von Luft aus starken Gebläsen umgeschmolzen, bis es zähflüssig geworden ist (*Frischprocess*), durch Brechstangen wird das Eisen in Klumpen zertheilt, diese wieder in Stücke zerhauen, dann durch Walzen oder Hämmer ausgereckt, (wodurch noch Schlacken ausgepresst werden) und endlich in Stäbe oder flache Tafeln (*Band-eisen*) in der Hitze ausgeschmiedet.

Das so bereitete Eisen (*Stabeisen*) enthält immer noch Kohlenstoff und einige andere Beimischungen, sein spec. Gewicht ist im Mittel $= 7,7$, es ist grauweiss, hat körnig zackiges Gefüge und hakigen Bruch; enthält es nur noch wenig Kohlenstoff, so ist es weich und nutzt sich leicht ab, je mehr es Kohlenstoff enthält, desto härter ist es, und desto fester hält es den Magnetismus zurück, während weiches Eisen ihn schon bei gelindem Erwärmen leicht verliert. Gutes Stabeisen lässt sich in schwacher Weissglühhitze schweissen.

Mangangehalt thut der Güte des Eisen keinen Eintrag; enthält es aber Schwefel ($0,0001$) oder Kupfer, so springt es beim Hämmern in der Rothglühhitze (*rothbrüchig*); Phosphorgehalt ($0,6\frac{0}{0}$) so wie auch Arsen, Chrom, Zinn, Antimon machen, dass das Eisen schon bei gewöhnlicher Temperatur keine starken Erschütterungen, ohne zu springen, verträgt (*kaltbrüchig*); *rohbrüchig* ist das nicht gehörig gefrischte Eisen, welches in der Kälte und Hitze leicht springt; Silicium macht das Eisen hart und mürbe (*faulbrüchig*).

Kohlenstofffreies Eisen erhält man durch Schmelzen von 4 Th. Eisenfeile mit 1 Th. Eisenoxydul im hessischen Tiegel, dem Feuer eines Gebläseofens ausgesetzt. Che-

misch rein kann es nur aus reinem Eisenoxyd und Wasserstoff bereitet werden; im letztern Falle bildet es ein schwarzes Pulver, das sich an der Luft sogleich wieder oxydirt; durch Glühen sintert es nur etwas zusammen, verliert aber die Selbstentzündlichkeit.

Im compacten Zustande ist es zinnweiss, stark glänzend, äusserst dehnbar, von muschlich krystallinischem Bruch, spec. Gew. 7,84, äusserst strengflüssig, feuerbeständig; in trockner Luft oxydirt es sich nicht, leicht aber in feuchter, wobei es zugleich Wasser zersetzt und Ammoniak bildet und zurückhält; beim Erhitzen oxydirt es sich auch in trockner Luft, und läuft je nach dem Grade der Glühhitze mit einem gelben, rothen, violetten oder blauen Ueberzug von Eisenoxydul an; in der Rothglühhitze bedeckt es sich mit einer schwarzen Kruste von Oxyd-Oxydul; dieselbe Verbindung erzeugt sich durch Verbrennung des Eisens mit Sauerstoff unter lebhaftem Funkensprühn; im Wasser oxydirt sich das Eisen nur bei Gegenwart von Kohlensäure.

O x y d e.

Eisenoxydul, FeO , bildet sich, wenn Wasserdämpfe über glühendes Eisen geleitet werden, oder wenn man Eisen in verdünnten Säuren auflöst; es ist schwarz, metallglänzend, spröde, magnetisch; als Hydrat (durch Präcipitation erhalten) ist es weiss, zieht an der Luft schnell Sauerstoff an, wird grün (Hydrat von Oxydoxydul) und endlich braun (Oxyd).

Die Eisenoxydulsalze sind im wasserfreien Zustande weiss, im wasserhaltigen grün, schmecken zusammenziehend, dintenartig, oxydiren sich an der Luft höher; die in Wasser löslichen Salze werden beim Glühen an der Luft zersetzt; die Lösungen der neutralen Salze röthen Lackmus.

Sie absorbiren Stickstoffoxydgas und werden dadurch schwarz gefärbt, durch Schwefelwasserstoff werden sie nicht gefällt, durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak schwarz; mit Kaliumeisencyanür geben sie einen weissen, sich allmählig grün und endlich blau färbenden, Niederschlag; durch ätzende und kohlensaure Alkalien werden weisse, permanente Fällungen erzeugt, die sich an der

Luft allmählig grün und braun färben; Ammoniaksalze verhindern die vollständige Ausfällung des Eisenoxyduls; Galläpfelaufguss und kohlen. Baryt zersetzen die Salze des Oxyduls nicht. Vor dem Löthrohre geben die Oxydulsalze mit Borax oder Phosphorsalz in der innern Flamme grüne, in der äussern braunrothe Perlen, letztere Färbung verschwindet beim Erkalten wieder; durch Soda werden sie zu einem grauen Metallpulver reducirt.

Eisenoxyd, Fe^2O^3 , wird durch Zusammenschmelzen von schwefels. Eisenoxydul mit Salpeter und Auslaugen der erkalteten Masse, auch als Nebenproduct bei vielen chemischen Processen gewonnen; durch Calciniren von schwefels. Eisenoxydul mit Kochsalz erhält man das Eisenoxyd in kleinen Rhomboëdern, wie auch das natürliche vorkommt; künstliches und natürliches Oxyd kann lichtbraunroth bis schwarz sein, es ist äusserst hart, nicht magnetisch, unschmelzbar, feuerbeständig; sein Hydrat (Fe^2H^3) erhält man alkalifrei nur durch allmähliche Oxydation des Oxyduls; das natürliche krystallisirt in Würfeln, ist gelbbraunlich, in Säuren leicht löslich; zeigt beim Erhitzen bis zu einer bestimmten Temperatur eine Feuererscheinung wie Zirkonerde, und ist dann in Säuren sehr schwer löslich.

Seine Salze sind röthlichgelb oder braunroth, einige auch schmutzig weiss, von sehr herbem Geschmacke; die neutralen, in Wasser löslichen Eisenoxydsalze röthen Lackmus, und werden durch Glühen zersetzt.

Kocht man ihre sehr verdünnten Lösungen, so scheidet sich ein basisches Salz aus, ein saures bleibt aufgelöst; durch Zinnchlorür oder Zink werden sie in Oxydulsalze verwandelt, ebenso durch Schwefelwasserstoff, welches eine weisse Trübung (Schwefel) hervorbringt; durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak werden sie schwarz, durch Kaliumeisencyanür blau gefällt; mit sämmtlichen Alkalien geben sie gelbbraune, permanente Niederschläge, die immer etwas Alkali oder Säure zurückhalten; alle nicht flüchtigen organischen Substanzen verhindern ihre Fällung durch Alkalien; kohlensaurer Baryt schlägt aus ihren Lösungen Eisenoxyd nieder; Galläpfelsolution bewirkt einen blauschwarzen Niederschlag. Vor dem Löthrohre verhalten sie sich wie die Oxydulsalze.

Das Eisenoxyd kann sich auch mit andern Basen und mit seinem eignen Oxydul verbinden; mit dem letztern verbunden kommt es

in der Natur in Oktaëdern krystallisirt als *Magnetstein* vor; der *Hammerschlag* ist eine ähnliche Verbindung.

Verbindungen mit andern Elementen.

Kohlenstoffeisen. Man kennt nur 2 Verbindungen von Kohlenstoff mit Eisen, in welchen beide Elemente in einem bestimmten atomistischen Verhältnisse zu einander stehen; glüht man nemlich Kaliumeisencyanür ($2 K C^2 N + Fe C^2 N$), so entweicht der Stickstoff und neben Cyankalium bleibt ein Kohlenstoffeisen zurück, welches aus 1 At. Eisen und 2 At. Kohlenstoff besteht; durch Glühen von Berlinerblau (Eisencyanür-cyanid), bildet sich eine Verbindung von 2 At. Eisen mit 3 At. Kohlenstoff. Beide Körper stellen schwarze, lockre Pulver dar, die an der Luft bei gelindem Erhitzen wie Schwamm verglimmen. Das Eisen hat übrigens eine solche Verwandtschaft zu Kohlenstoff, dass es diesem gleichsam als Lösungsmittel dienen kann; trägt man nemlich in schmelzendes Gusseisen Kohle ein, so wird noch eine beträchtliche Menge davon aufgenommen, die überschüssige scheidet sich aber beim langsamen Erkalten in graphitähnlichen Massen wieder aus.

Das oben erwähnte Roheisen ist spröder, härter und leichtflüssiger als Stabeisen, spec. Gew. 7,25, rostet nicht leicht und wird in der Rothglühhitze nicht von Schwefel angegriffen.

Von verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure wird es unter Entwicklung von Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und einem sich zu ölartigen Tropfen condensirenden Dampfe aufgelöst, zurück bleibt eine äusserst poröse, schwarze, leicht entzündliche Masse. Je nach der Farbe des Gusseisens unterscheidet man weisses, graues und schwarzes; im schwarzen fand man $6,7\frac{0}{0}$ Kohlenstoff. Die beiden andern Arten enthalten weniger. Weisses Roheisen ritzt Glas.

Der Stahl ist ein Kohlenstoffeisen, welches zwischen Stabeisen und Gusseisen mitten inne steht. Er kann sich zufällig bilden, wenn Roheisen (vorzüglich manganhaltiges) nicht hinlänglich gefrischt wird, um Stabeisen zu bilden (*natürlicher Stahl, Frischstahl, Rohstahl*). Gewöhnlich bereitet man Stahl aber dadurch, dass man Stabeisen mit Kohlenstoff tränkt; diess geschieht auf verschie-

dene Weise; man glüht gutes (manganhaltiges) Eisen mit Kohlenpulver mehrere Tage hindurch, ohne dass das Eisen zum Schmelzen kommt (*Brennstahl, Cementstahl*); oder man lässt über erhitztes Eisen einen Strom von oelbildendem Gas streichen, und glüht das Eisen alsdann noch einige Zeit für sich; um den Kohlenstoff gleichförmig in der ganzen Eisenmasse zu vertheilen, schmilzt man den Brennstahl mit $\frac{1}{30}$ Kohle und $\frac{1}{20}$ Glaspulver (*Gussstahl*). Geschmeidiges Eisen kann sehr schnell in Stahl verwandelt werden, wenn man sehr dünne Platten desselben ins Glühen bringt, Pulver von Kaliumeisencyanür darauf streut, und dann wieder für sich glüht. In den besten Stahlsorten findet man Mangan, oft auch etwas Silicium.

Um ihm gute Eigenschaften zu geben, hat man ihm höchst geringe Mengen von Silicium, Aluminium, Rhodium, Chrom, Arsen oder Silber zugesetzt.

Der Stahl ist von weissrer Farbe als das Eisen, grösserer Härte und Elasticität, spec. Gew. 7,79 bis 7,9; hält den Magnetismus sehr fest, schmilzt schwerer als Gusseisen, leichter als Stabeisen, und rostet weit weniger als das letztere. Guter Stahl enthält 1,0 bis 1,2% Kohlenstoff.

Eisenchlorür, FeCl ; leitet man über glühenden Eisendraht trocknes Chlorwasserstoffgas, so erhält man es in weissen, atlasglänzenden Blättchen oder Würfeln, schmelzbar, sublimirbar, an der Luft sich zersetzend; durch Auflösen von Eisen in wässriger Salzsäure erhält man es beim Abdampfen krystallisirt mit 4 At. Wasser in geraden rhombischen Säulen, Tafeln oder Oktaëdern; diese sind von bläulichgrüner Farbe, zerfliesslich, oxydiren sich an der Luft.

Eisenchlorid, Fe^3Cl^3 , wird wasserfrei erhalten, wenn trocknes Chlorgas über erhitztes Eisen geleitet wird, bildet braune, schwach metallglänzende Tafeln; durch Auflösen von Eisenoxyd in Salzsäure, gelindes Abdampfen und Abkühlen kann man die wasserhaltige Verbindung darstellen; es krystallisirt in rothen, durchsichtigen Tafeln, ist sehr zerfliesslich, löst sich auch in Aether, welche Lösung am Sonnenlichte farblos, im Dunkeln wieder gelb wird; beim Erhitzen wird das Eisenchlorid zersetzt. Es geht mehrere

Verbindungen mit Eisenoxyd ein, mit Salmiak krystallisirt es fast in jedem Verhältnisse zusammen.

Eisenbromür, FeBr , durch unmittelbare Vereinigung beider Elemente darzustellen; wasserfrei ist es krystallinisch hellgelb, mit Wasser bildet es grünliche, zerfliessliche Krystalle.

Eisenbromid, Fe^2Br^3 ; werden Bromdämpfe über erhitztes Eisen geleitet, so erhält man es in dunkelrothen Krystallen sublimirt, ist zerfliesslich.

Eisenjodür, FeJ . Eisen und Jod verbinden sich unter Wärmeentwicklung zu einer braunen, schmelzbaren und sublimirbaren Masse; mit Wasser bildet es grüne Tafeln.

Eisenjodid; Fe^2J^3 , wird wie das Chlorid dargestellt, und hat diesem sehr ähnliche Eigenschaften.

Schwefeleisen. Schwefel verbindet sich mit Eisen in 5 Verhältnissen, zwei derselben (Fe^8S und Fe^2S) sind nur Kunstproducte.

Einfach-Schwefeleisen, FeS , findet sich im Mineralreiche meist in Verbindung mit andern Schwefelmetallen, künstlich wird es durch unmittelbare Vereinigung beider Elemente oder durch Fällung von essigs. Eisenoxyd mit Schwefelwasserstoff dargestellt; im erstern Falle ist es graugelblich, etwas metallglänzend, magnetisch, im letztern ein schwarzes Pulver, welches sich leicht an der Luft oxydirt; zersetzt sich durch Glühen in verschlossenen Gefässen nicht.

Anderthalb-Schwefeleisen, Fe^2S^3 , findet sich in der Natur nie isolirt, immer mit andern Schwefelmetallen verbunden, z. B. im *Kupferkies* ($\text{Cu}^2\text{S} + \text{Fe}^2\text{S}^3$); wird künstlich erhalten, wenn über erhitztes Eisenoxyd Schwefelwasserstoff geleitet wird; schwarz, nicht magnetisch, verliert beim Glühen $\frac{2}{9}$ seines Schwefels; trocken ist es luftbeständig, feucht oxydirt es sich leicht, löst sich in verdünnten Säuren unter Zurücklassung von Schwefel.

Doppelt-Schwefeleisen, FeS^2 , findet sich in der Natur sehr häufig als *Schwefelkies*, künstlich durch gelindes Erhitzen von 2 Th. einfach Schwefeleisen und 1 Th. Schwefel erhalten; Schwefelkies krystallisirt entweder in Würfeln oder in geraden rhombischen Säulen (*Speerkies*), messinggelb; die künstliche Verbindung ist gelbgrau, pulverig, nicht magnetisch, wird von Säuren nicht angegriffen,

ausser von Königswasser, zersetzt sich beim Glühen in eine Verbindung von 7 At. Eisen und 8 At. Schwefel ($6 \text{ FeS} + \text{FeS}^2$ oder $5 \text{ FeS} + 2 \text{ Fe}^2 \text{S}^3$), welche in der Natur als *Magnetkies*, *Leberkies*, vorkommt; dieser krystallisirt in sechsseitigen Säulen, ist metallglänzend, gelb bis roth, magnetisch; künstlich erzeugt sich diese Verbindung fast immer bei der unmittelbaren Vereinigung von Schwefel mit Eisen, ist aber dann von schwarzgrauer Farbe.

Phosphoreisen. Beide Elemente scheinen sich in mehreren Verhältnissen mit einander verbinden zu können; das Phosphoreisen ist weisser als Stahl, äusserst hart und spröd.

Arseneisen, FeAs^2 , findet sich in der Natur theils isolirt (*weicher Giftkies*), theils mit doppelt Schwefel-eisen verbunden (*Arsenikkies*); wird durch unmittelbare Vereinigung von Eisen und Arsen erhalten; ist eine spröde, bläulich weisse, metallglänzende Masse.

Salze.

Kohlensaures Eisenoxydul, $\text{Fe}\ddot{\text{C}}$, kommt ausser im *Eisenspath* auch in einigen Mineralwässern durch Kohlensäure aufgelöst vor; das durch Präcipitation erhaltene ist weiss, wird an der Luft grün und braun, und verliert seine Kohlensäure.

Schwefelsaures Eisenoxydul, $\text{Fe}\ddot{\text{S}}$, kommt als Product neuerer Bildung in der Natur vor. Gerösteten Schwefelkies oder ungerösteten Speerkies lässt man an der Luft verwittern, begiesst die Masse wiederholt mit Wasser, und sammelt die ablaufenden Flüssigkeiten, fällt daraus durch metallisches Eisen das Kupfer, und lässt das Eisensalz krystallisiren; reiner erhält man es durch Auflösen von Eisen in verdünnter Schwefelsäure. Schiefe rhombische Säulen, mit 6 At. Wasser verbunden, bläulich grün, an der Luft verwitternd, schmilzt beim Erhitzen und zerfällt zu weissem Pulver; bei Zutritt der atmosphärischen Luft erhitzt, bildet sich Oxyd, durch Glühen wird die Schwefelsäure ausgetrieben.

Schwefels. Eisenoxyd, neutrales, $\text{Fe}\ddot{\text{S}}^3$, findet sich natürlich in Chili vor, wird durch Auflösen von Eisenoxyd in Schwefelsäure erhalten, ist ein weisses Pulver, in Wasser mit rothgelber Farbe löslich, verbindet sich mit

schwefels. Kali zu einer dem Alaun isomorphen, farblosen Verbindung, $\dot{\text{K}}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}}^3 + 24 \text{ Aq.}$ Die Schwefelsäure verbindet sich mit Eisenoxyd noch in folgenden Verhältnissen: $\ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}}^2$, $\ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}}$, und $\ddot{\text{Fe}}^2\ddot{\text{S}}$.

Phosphorsaures Eisenoxydul, $\ddot{\text{Fe}}^2\ddot{\text{P}}$, weisses, unlösliches Pulver, welches an der Luft blau wird, kommt in der Natur vor, so wie auch zuweilen das Oxydsalz.

Arsensaures Eisenoxydul, $\ddot{\text{Fe}}^2\ddot{\text{As}}$, weiss, an der Luft grün werdend, findet sich im *Skorodit* mit Wasser verbunden, in Oktaëdern krystallisirt. Im *Würfelerz* findet sich arsensaures Eisenoxydul mit arsensaurem Eisenoxyd verbunden, $2 \ddot{\text{Fe}}^3\ddot{\text{As}} + \ddot{\text{Fe}}^3\ddot{\text{As}}^2 + 18 \text{ H.}$

Kieselsäure geht auch mit Eisenoxydul mehrere Verbindungen ein, die sich theils künstlich beim Verhütten eisenhaltiger Erze erzeugen, theils in der Natur gebildet vorkommen.

Kieselsaures Eisenoxyd findet man in der Natur in folgenden Verhältnissen: $\ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{Si}}$, $\ddot{\text{Fe}}^2\ddot{\text{Si}}$ und $\ddot{\text{Fe}}^4\ddot{\text{Si}}$.

Kobalt. Co. Nickel. Ni.

Beide Metalle finden sich in der Natur nicht selten vor, meist mit Schwefel und Arsen verbunden. Beide erhält man am besten aus ihren Oxyden durch Reduction derselben mittels Kohle oder Wasserstoff oder auch durch Glühen ihrer sauerkleesauren Salze. Das Kobalt ist weissgrau, hart und spröde, spec. Gew. 8,5 bis 8,7; das Nickel ist silberweiss, hart und dehnbar, spec. Gew. 8,82 bis 8,93; beide Metalle sind magnetisch, strengflüssig, feuerbeständig, werden an der Luft nicht verändert, laufen beim Erhitzen wie Stahl an, und entzünden sich in der Weissglühhitze.

O x y d e.

Kobaltoxyd, CoO . Nickeloxyd, NiO . Beide Oxyde werden durch Glühen ihrer kohlensauren Salze bei Ausschluss der Luft erhalten. Das Kobaltoxyd ist grau-

grün, das Nickeloxyd dunkelaschgrau, beide sind unschmelzbar und bilden mit 1 At. Wasser Hydrate, die durch Kochen der aus den Salzen durch Alkalien erhaltenen Präcipitate gewonnen werden; das Kobaltoxydhydrat ist ein rosenrothes, krystallinisches Pulver, luftbeständig; das Nickeloxydhydrat apfelgrün; beide verbinden sich leicht mit Säuren, so wie auch mit stärkern Basen.

Die neutralen in Wasser löslichen Salze des Nickeloxys und Kobaltoxys röthen Lackmus, und werden durch Glühen zersetzt, ausser den schwefelsauren Salzen. Die krystallisirten Kobaltsalze sind pfirsichblüthroth, werden beim Entwässern meist blau, und schmecken adstringirend; die entsprechenden Nickelsalze sind grün, trocken blass grünlichgrau, von süsslich metallischem Geschmacke.

Durch Schwefelwasserstoff werden beider Oxyde Salze nicht gefällt, durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak schwarz; durch Kaliumeiseneyanür die des Kobalts grün, die des Nickels weiss, mit einem Stich ins Grüne. Aetzkali giebt aus den Lösungen der Kobaltsalze einen mohnblauen, permanenten Niederschlag, der auf dem Filter grün, durch Kochen schmutzig blassroth wird; aus denen der Nickelsalze einen apfelgrünen, permanenten Niederschlag; Aetzammoniak schlägt das Kobaltoxyd blau, das Nickeloxyd grün nieder, beide Präcipitate sind im Ueberschuss auflöslich, das Kobaltoxyd mit grüner Farbe, die an der Luft braun wird, das Nickeloxyd dagegen mit schön lasurblauer Farbe; bei Ueberschuss von Säure oder Gegenwart eines Ammoniaksalzes kommen beide Niederschläge gar nicht zum Vorschein; durch fixe kohlensaure Alkalien werden aus Kobaltlösungen permanente rothe, durch Kochen blau werdende Niederschläge hervorgebracht; aus Nickelösungen apfelgrüne permanente; kohlensaures Ammoniak schlägt Kobaltoxyd roth, das Nickeloxyd grün nieder, übrigens verhält sich das kohlen. Ammoniak gleich dem Aetzammoniak. Vor dem Löthrohre auf der Kohle werden beider Oxyde Salze von Soda zu grauen magnetischen Metallpulvern reducirt. Borax und Phosphorsalz geben mit beiden Oxyden vor dem Löthrohre gefärbte Gläser, mit Kobalt blaue, mit Nickel gelbrothe.

Hyperoxyde, Co^2O^3 , Ni^2O^3 . Beide finden sich schon gebildet in der Natur vor, werden durch Schmelzen ihrer salpeters. Salze oder durch Behandlung ihrer Oxyde mit unterchlorigs. Natron erhalten. Sie sind von schwar-

zer Farbe, geben beim Glühen Sauerstoff aus, lösen sich in Salzsäure unter Entwicklung von Chlor, in Ammoniak unter Entbindung von Stickstoff auf. Das Kobalthyperoxyd mit Aetzkali geschmolzen, krystallisirt in quadratischen Tafeln, es bildet ein Hydrat, CoH^3 , welches sich in Essigsäure ohne Zersetzung mit brauner Farbe auflöst.

Die Verbindungen dieser Elemente mit 2 At. Sauerstoff sind noch problematisch.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorkobalt, CoCl , granatrothe, wasserhaltige, luftbeständige Krystalle, die wässrige Lösung ist roth, wird beim Eindampfen blau, und bildet rothe, wasserfreie Krystalle; die wasserhaltige Verbindung wird beim Erhitzen zum Theil in Oxyd und Salzsäure zersetzt, zum Theil sublimirt sich das blaue Chlorid, welches beim Erkalten wieder roth wird.

Chlornickel, NiCl , wird durch unmittelbare Vereinigung seiner Elemente gewonnen, bildet glänzende Krystallschuppen von blass goldgelber Farbe; mit Wasser krystallisirt es in smaragdgrünen Säulen, die an der Luft zerfließen; dieselben schmelzen beim Erhitzen, werden gelb, und sublimiren sich unzersetzt.

Schwefelmetalle. Kobalt und Nickel verbinden sich beim Erhitzen mit Schwefel unter Feuererscheinung; es können mehrere Verbindungen dargestellt werden, nemlich CoS , Co^2S^3 , CoS^2 , NiS und NiS^2 .

Arsenmetalle. Arsenkobalt, CoAs^2 , findet sich in der Natur als *Speisskobalt* in Oktaedern und Würfeln, es ist zinnweiss, metallglänzend; im *Glanzkobalt* mit doppelt Schwefelarsen verbunden. Das natürlich vorkommende *Kupfernicksel*, NiAs , ist metallglänzend gelbröthlich, das Arseniknickel, NiAs^2 weiss, giebt beim Glühen Arsen aus; in der *Kobaltspeise* der Blaufarbenwerke hat man oft blassröthliche quadratische Oktaeder gefunden, die aus Ni^3As^2 bestanden.

Salze.

Kohlensaures Kobaltoxyd ist im neutralen Zustande unbekannt; aus den Lösungen der Kobaltsalze wird

durch kohlen-s. Alkalien ein blassrothes Pulver gefällt, $\text{Co H} + 2 \text{Co}^2 \text{C} + 3 \text{H}$. Eben so verhält sich Nickeloxyd zu Kohlensäure.

Die salpetersauren Salze des Nickeloxys und Kobaltoxys krystallisiren mit Wasser verbunden, und sind zerfliesslich.

Arsenigsaures Kobaltoxyd, $\text{Co}^2 \text{As}$, findet sich in der Natur als *Kobaltbeschlag*, von rother Farbe, nicht krystallinisch; durch Glühen wird arsenige Säure ausgetrieben.

Arsensaures Kobaltoxyd, $\text{Co}^3 \text{As}$, kommt mit 6 At. Wasser verbunden als *Kobaltblüthe* vor, bildet rothe nadel- oder haarförmige Krystalle.

Arsensaures Nickeloxyd, $\text{Ni}^3 \text{As}$, findet sich im Mineralreiche als *Nickelocker* oder *Nickelblüthe* mit 18 At. Wasser verbunden; bildet apfelgrüne derbe Massen.

Mit kieselsauren Salzen schmilzt das Kobaltoxyd zu blauen Glasmassen, *Smalte*, zusammen.

Zink. Zn. Kadmium. Cd.

Das Kadmium findet sich nur in geringen Quantitäten in einigen Zinkerzen; das Zink kommt aber an Schwefel gebunden in der *Zinkblende* oder als kohlen-saures oder kieselsaures Salz im *Galmei* vor. Die geröstete Zinkblende oder der gepochte Galmei werden mit Kohle gemengt, in grossen conischen Tiegeln oder gusseisernen Cylindern erhitzt, und die sich entwickelnden Zinkdämpfe in Wasser oder Vorlagen geleitet, in denen sie sich condensiren. Ist das Zink kadmiumhaltig, so wird das zuerst überdestillirende Kadmium besonders aufgefangen. Das metallische Zink wird durch nochmalige Destillation mit etwas Schwefel rein erhalten.

Das Zink ist bläulichgrauweiss, von strahlig blättrigem Gefüge (Grundform vierseitige Säule), stark metallglänzend, spec. Gew. 6,8 bis 7,2, wenig biegsam, bei $+100$ bis 150° ist es so dehnbar, dass es sich in Drähte ziehen lässt; über 200° wird es dagegen so spröd, dass es leicht

pulverisirbar ist; schmilzt über 400° und verflüchtigt sich in schwacher Weissglühhitze, überzieht sich an der Luft mit einem grauen Häutchen von Hypoxyd, Zn^2O ; an der Luft stark geglüht entzündet es sich, und verbrennt mit blendender, bläulichweisser Flamme; in sehr fein vertheiltem Zustande zersetzt es das Wasser, so wie auch in compactem bei höherer Temperatur.

Kadmium ist zinnweiss, stark glänzend, kann in Oktaëdern krystallisirt erhalten werden, ist weich, biegsam von fasrigem Gefüge, spec. Gew. 8,60 bis 8,69 dehnbar, schmilzt vor dem Glühen und verwandelt sich ungefähr bei $+ 360^{\circ}$ in geruchlose Dämpfe; wird an der Luft nicht leicht blind, verbrennt beim Erhitzen an der Luft mit braunem Rauche.

O x y d e .

Zinkoxyd, ZnO , wird durch Verbrennung des Metalls oder durch Glühen des kohlensauren Salzes erhalten; ist ein weisses lockres Pulver, wird beim Erhitzen citronengelb, sehr schwer schmelzbar, feuerbeständig; im Grossen bereitet, bildet es zuweilen sechsseitige Prismen von gelber Farbe; mit Wasser giebt es ein Hydrat, Zn H , welches gewöhnlich ein weisses, voluminöses Pulver bildet, aber auch in glänzenden, farblosen Säulen erhalten werden kann.

Die Zinkoxydsalze sind farblos, von zusammenziehendem, ekelerregendem Geschmacke; die neutralen, in Wasser löslichen, Salze röthen Lackmus; ebendieselben werden durch Glühen zersetzt, ausser schwefelsaurem Zinkoxyd.

Von Schwefelwasserstoff werden die Zinksalze nur aus ganz neutralen Lösungen gefällt, von Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Kaliumeisencyanür weiss; die ätzenden Alkalien und kohlensaures Ammoniak bewirken weisse, im Ueberschuss des Fällungsmittels leicht auflösliche Niederschläge; nur die fixen kohlens. Alkalien bewirken permanente Fällungen. Vor dem Löthrobre mit Soda erhitzt, geben diese Salze auf der Kohle einen citronengelben Beschlag, der nach dem Erkalten wieder weiss wird, aber kein regulinisches Metall. Mit salpeters. Kobaltoxyd behandelt, geben sie vor dem Löthrobre schön grüne Pulver.

Kadmiumoxyd, CdO , ist braungelb, unschmelzbar, feuerbeständig, kann in purpurfarbenen Nadeln durch längeres Kochen des Metalls erhalten werden, bildet mit Wasser ein weisses Hydrat.

Die Kadmiumoxydsalze sind weiss oder farblos, von herbmetallischem Geschmacke, verhalten sich, wie die entsprechenden Zinkoxydsalze rücksichtlich ihrer Reaction und Zersetzbarkeit in der Hitze.

Durch Schwefelwasserstoff werden sie aus ihren Lösungen gelb gefällt, der Niederschlag löst sich nicht in Schwefelalkalien; von Kaliumeisencyanür werden sie weiss präcipitirt; die ätzenden fixen Alkalien und alle kohlensauren Alkalien geben damit weisse permanente Niederschläge; nur Aetzammoniak bewirkt einen Niederschlag, der im Ueberschuss löslich ist. Durch Zink, nicht durch Eisen, wird aus seinen Lösungen metallisches Kadmium in grauen Blättchen gefällt; erhitzt man sie vor dem Löthrohre auf Kohle, so beschlägt dieselbe mit einem gelbrothen Pulver.

Zinkhyperoxyd, ZnO^2 , aus Zinkoxydhydrat und Wasserstoffhyperoxyd erhalten, ist weiss, unlöslich, leicht schmelzbar.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorzink, ZnCl ; Zink in Chlorgas verbrannt oder Kochsalz mit schwefelsaurem Zinkoxyd erhitzt, liefert eine weisslich graue durchsichtige Masse von Wachscconsistenz, in Nadeln sublimirbar; Zink in Salzsäure aufgelöst, zur Syrupscconsistenz abgedampft und bis -10° abgekühlt, liefert wasserhaltige stumpfe Rhomboëder, äusserst zerfliesslich, in Aether löslich, röthet Lackmus.

Chlorkadmium, CdCl , krystallisirt mit Wasser in vierseitigen, rechtwinkligen Säulen, die in trockner Luft verwittern; wasserfrei sublimirt es sich beim Erhitzen in glänzenden durchsichtigen Schuppen.

Schwefelzink, ZnS , findet sich natürlich in der *Zinkblende*, in rhombischen Dodekaëdern krystallisirt, diamantglänzend von verschiedener Farbe; künstlich können Zink und Schwefel nur bei hohen Hitzegraden mit einander vereinigt werden; es bildet dann ein gelbbraunes Pulver; durch Präcipitation erhalten ist es weiss.

Schwefelcadmium, CdS , kommt in der Zinkblende vor; das künstlich dargestellte bildet glimmerartige, citrongelbe Blättchen, schmelzbar in der Weissglühhitze, feuerbeständig.

Salze.

Kohlensaures Zinkoxyd, $\text{Zn}\ddot{\text{C}}$, kommt in der Natur als *Zinkspath* oder *edler Galmei* in Rhomboëdern krystallisirt vor, kann nicht künstlich dargestellt werden.

Basisch kohlensaures Zinkoxyd, $2\text{Zn}\dot{\text{H}}^3 + 3\text{Zn}^2\ddot{\text{C}}$, findet sich natürlich als *Zinkblüthe*, und wird künstlich durch Fällung der Zinksalze mit kohlens. Alkalien dargestellt; weisses Pulver.

Kohlensaures Kadmiumoxyd, $\text{Cd}\ddot{\text{C}}$, wird durch kohlens. Alkalien aus den Lösungen der Kadmiumsalze gefällt; weisses Pulver.

Die salpetersauren Salze dieser Metalle krystallisiren in Verbindung mit Wasser, und sind sehr zerfliesslich.

Schwefelsaures Zinkoxyd, *weisser Vitriol*, $\text{Zn}\ddot{\text{S}}$, wird im Grossen durch Rösten und Auslaugen schwefelzinkhaltiger Erze gewonnen; im Kleinen durch Auflösen von Zink in verdünnter Schwefelsäure; krystallisirt mit 7 At. Wasser in geraden rhombischen Säulen, verwittert an der Luft zu einem Pulver und hält dann nur noch 1 At. Wasser zurück; verbindet sich mit andern Sulphaten zu Doppelsalzen. Schwefelsäure bildet mit Zink mehrere basische Salze, so dass 1 At. Schwefelsäure sich mit 2, 3, 4 und 8 At. Zinkoxyd verbinden kann.

Schwefelsaures Kadmiumoxyd, $\text{Cd}\ddot{\text{S}}$, krystallisirt mit 4 At. Wasser in rechtwinkligen Prismen, welche an der Luft schwach verwittern.

Kieselsaures Zinkoxyd findet sich im *Galmei*, $2\text{Zn}^3\ddot{\text{Si}} + 3\dot{\text{H}}$, in rechtwinkligen Oktaëdern von verschiedener Farbe.

Blei. Pb.

Dieses Metall findet sich in der Natur ziemlich häufig an Schwefel gebunden vor, als grösste Seltenheit gediegen; durch Rösten von *Bleiglanz* erhält man schon einen grossen Theil metallischen Bleis, (es bildet sich ausserdem Pb^2S , Pb und etwas $\text{Pb}\ddot{\text{S}}$) man fügt alsdann noch Kohle zu, und erhält das Blei vollkommen reducirt. Zur Gewinnung des Bleis aus Bleiglanz setzt man dem erhitzten Erze auch Eisen zu (*Niederschlagsarbeit*). Man gewinnt Blei auch durch Reduction von Bleiglätte (Bleioxyd) oder Bleispath (kohlensaurem Bleioxyd) mit Kohle. Chemisch rein erhält man Blei durch Glühen von schwefelsaurem Bleioxyd mit Kohle und kohlensaurem Kali.

Das Blei ist bläulich grau, stark metallglänzend, kann in vierseitigen Pyramiden krystallisirt erhalten werden, spec. Gew. 11,44, ist sehr weich, lässt sich leicht walzen, nicht gut in Drähte ziehen, färbt etwas ab, klingt nicht, knirscht nicht beim Biegen, schmilzt um $+ 330^\circ$, ist nur in starker Weissglühhitze flüchtig, überzieht sich an der Luft mit einem grauen Häutchen (Hypoxyd); anhaltend an der Luft erhitzt, wird es zu Oxyd; im Wasser oxydirt es sich nur, wenn dieses Kohlensäure oder atmosphärische Luft enthält; wird von etwas verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure nicht angegriffen.

O x y d e.

Bleioxyd, PbO , wird durch Glühen von salpeters. Bleioxyd erhalten, bildet ein gelbes Pulver oder gelbe metallglänzende Schuppen, hat meist einen Stich ins Rothe, schmilzt beim Glühen zu einer röthlichen, schuppigen Masse (*Bleiglätte*, *Lithargyrum*); vollkommen geschmolzen, bildet es ein gelbes durchsichtiges Glas; nur in hohen Hitzegraden flüchtig; bräunt feuchtes Curcumäpapier; es löst sich in ätzenden fixen Alkalien, und krystallisirt daraus in durchscheinenden Dodekaëdern ohne Wasser.

- Fügt man zu essigsäurem Bleioxyd Ammoniak, so setzt sich unter gewissen Bedingungen ein farbloses, oktaëdrisches Hydrat, Pb^3H , ab.

Mit Säuren bildet das Bleioxyd meist farblose Salze; die neutralen, in Wasser löslichen, röthen Lackmus und schmecken süsslich zusammenziehend; an der Luft zersetzen sie sich allmählig.

Aus ihren Lösungen werden sie durch Schwefelwasserstoff schwarz gefällt, durch Kaliumeisencyanür weiss; Aetzkali und Aetznatron bewirken weisse im Ueberschuss leicht lösliche Niederschläge, Aetzammoniak und die kohlens. Alkalien dagegen weisse permanente; Salzsäure scheidet einen weissen voluminösen Niederschlag aus, der sich im Kochen auflöst, beim Erkalten aber in Krystallnadeln wieder ausscheidet; Schwefelsäure bewirkt auch einen weissen Niederschlag, der nur in kochender Salpetersäure löslich ist; Zink, Kadmium, Zinn schlagen schwarzgraue, glänzende Blättchen von metallischem Blei nieder. Vor dem Löthrohre mit Soda auf Kohle erhitzt, liefern Bleisalze ein glänzendes, hämmerbares Metallkorn und einen gelben Beschlag.

Roths Bleihyperoxyd, Pb^3O^4 , ($2PbO + PbO^2$), *Mennige*. Feingeschlammte Bleiglätte wird längere Zeit bis nicht ganz zum Glühen erhitzt, und dann sehr langsam erkalten gelassen. Scharlachrothes Pulver, verliert beim Glühen einen Theil seines Sauerstoffs, wird von concentrirter Essigsäure vollständig aufgelöst, lässt aber beim Verdünnen braunes Hyperoxyd fallen, verwandelt sich mit Schwefelsäure unter Sauerstoffentwicklung in schwefels. Bleioxyd, von Salpetersäure und Salzsäure wird es in braunes Hyperoxyd und salpeters. Bleioxyd oder Chlorblei zersetzt.

Braunes Bleihyperoxyd, PbO^2 , wird durch Schmelzen der Mennige mit Aetzkali in sechsseitigen Tafeln erhalten, ist von tief dunkelbrauner Farbe, bildet mit Ammoniak salpeters. Bleioxyd und Wasser, mit Schwefel gerieben entzündet es sich, absorbirt schweflige Säure.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorblei, $PbCl$, findet sich natürlich als *Cotunnit*, mit kohlens. Bleioxyd im *Hornbleierz*, krystallisirt in quadratischen Säulen oder Nadeln ohne Krystallwasser, schmilzt beim Erhitzen, löst sich in 135 Th. kochenden und 22 Th. kalten Wassers, verbindet sich in mehrern Proportionen mit Bleioxyd.

Schwefelblei, PbS , findet sich im *Bleiglanz* in schwarzgrauen, metallglänzenden Würfeln und Oktaëdern; künstlich bereitet ist es ein grauschwarzes Pulver, welches nur durch concentrirte Salzsäure in Chlorblei und Schwefelwasserstoff zersetzt wird.

Selenblei, PbSe , ist natürlich gefunden worden; beide Elemente vereinigen sich beim Erhitzen unter Feuererscheinung; hellgraue, poröse Masse.

Salze.

Kohlensaures Bleioxyd, $\text{Pb}\ddot{\text{C}}$, findet sich natürlich als *Weissbleierz* (*Bleispath*), in glänzenden rhombischen Säulen; das künstliche (*Bleiweiss*, *Cerussa*) wird im Grossen dadurch dargestellt, dass über Bleiplatten Essigdämpfe geleitet werden, oder dass man durch eine Lösung von basisch essigs. Bleioxyd Kohlensäure streichen lässt; blendend weisses Pulver, ohne Wasser, löslich in Aetzkali.

Salpetersaures Bleioxyd, $\text{Pb}\ddot{\text{N}}$, krystallisirt in wasserfreien Oktaëdern oder Tetraëdern, die bald durchsichtig, bald weiss sind; geht mit Bleioxyd mehrere basische Verbindungen ein.

Salpetrigsaures Bleioxyd, $\text{Pb}\ddot{\text{N}}$; digerirt man eine Lösung von salpeters. Bleioxyd mit metallischem Blei, leitet zur Zersetzung des gebildeten basisch salpetrigs. Bleioxyds Kohlensäure hinein, und dampft die filtrirte Flüssigkeit ab, so erhält man dunkelgelbe Oktaëder ($\text{Pb}\ddot{\text{N}} + \text{H}$), die in Wasser leicht löslich sind, beim Abdampfen der Lösung sich in salpeters. Bleioxyd verwandeln, gehen mit Bleioxyd noch zwei basische Verbindungen ein $= \text{Pb}^2\ddot{\text{N}} + 2\text{H}$ und $\text{Pb}^4\ddot{\text{N}} + 1\text{H}$.

Schwefelsaures Bleioxyd, $\text{Pb}\ddot{\text{S}}$, findet sich natürlich als *Vitriolbleierz* in farblosen, stark glänzenden Oktaëdern; das künstliche ist ein weisses, schweres Pulver, in Wasser nicht ganz unlöslich, löst sich in kochender Salpetersäure und Salzsäure; aus letzterer setzt es Krystalle von Chlorblei ab.

Phosphorsaures Bleioxyd, neutrales, $\text{Pb}^2\ddot{\text{P}}$, weisses, unlösliches Pulver, leicht löslich in Salpetersäure

und Aetzkali, schmilzt leicht und krystallisirt beim Erkalten; im Moment des Erstarrens wird die Masse noch einmal leuchtend; basisches, $\text{Pb}^3\ddot{\text{P}}$, findet sich im Mineralreiche mit Chlorblei verbunden im *Grünbleierz* und *Braunbleierz*; das künstlich durch Digestion des vorigen Salzes mit Ammoniak bereitete basisch phosphors. Bleioxyd ist ein weisses Pulver, welches beim Erhitzen schmilzt, und sich unter Abgabe von Bleioxyd in das neutrale Salz verwandelt.

Wismuth. Bi.

Das Wismuth kommt meist gediegen vor; durch Auslaugern wird es daher im Grossen erhalten; rein erhält man es durch Reduction des basisch salpeters. Wismuthoxyds mit Kohle; es ist silberweiss, ins Rothe spielend, glänzend, krystallisirt im hexaëdrischen Systeme, spec. Gew. 9,83 bis 9,88, ist von grossblättrigem Bruch, sehr spröde und pulverisirbar, schmilzt bei $+ 246^\circ$, lässt sich in der Weissglühhitze verflüchtigen, dehnt sich beim Erstarren bedeutend aus, überzieht sich an der Luft mit einem grauen Häutchen von Hypoxyd, verbrennt beim Erhitzen an der Luft mit bläulicher Flamme zu Oxyd.

O x y d e.

Hypoxyd, wird durch Digestion von basisch salpeters. Wismuthoxyd mit Zinnchlorür erhalten; schwarzes, entzündliches Pulver.

Wismuthoxyd, Bi O , durch Glühen des basisch salpeters. Wismuthoxyds erhalten, ist ein strohgelbes Pulver, schmilzt beim Erhitzen zu einer braunen Masse, welche beim Erkalten ein gelbes Glas bildet, verflüchtigt sich erst in starker Glühhitze, bildet mit Wasser ein weisses Hydrat, verbindet sich mit Säuren zu farblosen Salzen.

Die Wismuthsalze zersetzen sich durch Glühen bei Zutritt der Luft, characterisiren sich aber vorzüglich dadurch, dass sie durch Wasser in saure und basische Salze zerlegt werden.

Man erkennt daher ihre Gegenwart in Flüssigkeiten dadurch, dass diese auf Zusatz von Wasser sich trüben; durch Schwefelwas-

serstoff werden sie schwarz gefällt, durch Kaliumeisencyanür weiss; die ätzenden Alkalien und kohlensaures Natron bewirken weisse, permanente Niederschläge, nur kohlensaures Ammoniak einen weissen im Ueberschuss löslichen; Kupfer und Zink schlagen das Wismuth regulinisch nieder. Vor dem Löthrohre mit Soda auf Kohle behandelt, liefern die Wismuthsalze ein sprödes Metallkorn und einen strohgelben Beschlag.

Wismuthhyperoxyd, Bi^2O^3 , wird aus Wismuthoxyd und unterchlorigs. Natron bereitet, und bildet ein dunkelbraunes Pulver.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorwismuth, BiCl , durch Verbrennung von Wismuth in Chlorgas oder aus Wismuth und Quecksilberchlorid erhalten, ist grauweiss, nicht krystallinisch, schmelzbar und sublimirbar; aus Wismuthoxyd und conc. Salzsäure bereitet, krystallisirt es mit Wasser in farblosen Säulen.

Wismuthoxychlorid, *basisch Chlorwismuth*, $\text{BiCl} + 2 \text{Bi} + \text{H}$, bildet sich, wenn zu einer Auflösung von Wismuth in Salpetersäure eine verdünnte Kochsalzlösung gesetzt wird; es bildet entweder ein schneeweisses Pulver, oder perlmutterglänzende Schuppen.

Schwefelwismuth findet sich natürlich als *Wismuthglanz* in geraden rhombischen Säulen, von bleigrauer Farbe und Metallglanz; durch unmittelbare Vereinigung von Schwefel und Wismuth erhält man eine metallglänzende, hellbleigraue, blättrige Masse, die nur schwer schmilzt und beim Erstarren sich um $\frac{1}{4}$ ihres Volumens ausdehnt.

Salze.

Salpetersaures Wismuthoxyd, $\text{Bi} \ddot{\text{N}}$; durch Auflösen des Metalls in Salpetersäure und Abdampfen erhält man es in vierseitigen Prismen mit 1 At. Wasser; setzt man diesem die 24fache Menge Wassers unter anhaltendem Umrühren zu, so scheidet sich ein schneeweisses, aus kleinen Schuppen bestehendes, Pulver ab von basisch salpeters. Wismuthoxyd, *Magisterium Bismuthi*, *Pulvis Marcasitae*, $\text{Bi}^4 \ddot{\text{N}} + 3 \text{H}$.

Uran. U.

Dieses Metall findet sich sehr selten, an Kieselsäure und Phosphorsäure gebunden. Durch Behandlung von Chlorurankalium mit Wasserstoff erhält man dieses Metall in kleinen oktaëdrischen Krystallen, stark metallglänzend, schwarzgrau, braunroth durchscheinend; durch Pulvern wird es rothbraun; verbrennt beim Erhitzen zu Oxydul; in Wasser, Schwefelsäure und Salzsäure wird es nicht verändert, von Salpetersäure leicht aufgelöst.

O x y d e.

Uranoxydul, UO , erhält man durch Glühen des Oxyds, ist ein schwarzes, unschmelzbares, feuerbeständiges Pulver, bildet ein graugrünes Hydrat, welches an der Luft schnell in Oxyd übergeht; seine Salze sind grün.

Aus ihren Lösungen bewirkt Schwefelwasserstoff keine Fällung, Schwefelwasserstoffammoniak eine schwarze, Kaliumeisencyanür eine rothbraune, die ätzenden Alkalien bräunliche permanente, die kohlensauren schmutzig grüne im Ueberschuss leicht lösliche Niederschläge; vor dem Löthrohre geben sie mit Borax oder Phosphorsalz in der innern Flamme grüne, in der äussern gelbe Perlen.

Uranoxyd, *Uransäure*, U^2O^3 , wird rein nur durch Oxydation des Oxyduls an der Luft erhalten, das Hydrat, ÜH , welches in der Natur als *Uranocker* vorkommt; ist gelb, röthet Lackmus, färbt Hämatoxylin (Farbstoff des Campescheholzes) blau; giebt beim Erhitzen mit dem Wasser zugleich einen Theil Sauerstoff ab, ist in Säuren leicht löslich, hat grosse Geneigtheit sich mit Basen zu verbinden, so dass es aus seinen Lösungen durch Alkalien stets als uransaures Salz gefällt wird; die uransauren Salze sind eigelb oder dunkelorange, in Wasser sämmtlich unauflöslich, lassen sich stark glühen, ohne Sauerstoff abzugeben.

Mit Säuren bildet es citronengelbe Salze, die mit andern Salzen leicht Doppelsalze bilden; die in Wasser löslichen Salze schmecken adstringirend, röthen Lackmus, werden durch Glühen zersetzt.

Gegen Schwefelwasserstoff, Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Kaliumeisencyanür verhalten sich ihre Lösungen, wie die der Oxydulsalze; ätzende Alkalien geben daraus gelbe permanente, kohlensaure dagegen im Ueberschuss lösliche Niederschläge. Vor dem Löthrohre zeigen sie sich gleich den Oxydulsalzen.

Kupfer. Cu.

In der Natur findet sich das Kupfer gediegen, häufiger als Oxydul, als Oxyd, als kohlensaures Salz, am häufigsten aber an Schwefel gebunden; man gewinnt daher auch das Kupfer meistens aus Schwefelverbindungen, denen in der Regel Schwefeleisen beigemischt ist.

Die gewöhnlichste Art der Kupferausscheidung ist folgende: das Kupfererz wird mit Schwefeleisen geröstet; das Röstproduct (basische Verbindungen von Kupfer und Eisen mit Schwefelsäure) wird mit quarzhaltigen Mineralien zusammengeschmolzen; hierdurch bildet sich kieselsaures Eisenoxydul (Fe^3Si) und wieder Schwefelkupfer, welches sich am Boden des Ofens in einer eignen Grube wieder ansammelt (*Kupferstein*). Diese Masse wird nun von Neuem einem langsamen Röstprocesse unterworfen; das so gebildete Kupferoxyd wird zur Reduction mit Kohle und etwas Quarz (um das im Kupfer noch enthaltene Eisen zu verschlacken) erhitzt; das Product dieses Processes ist das sogenannte *Schwarzkupfer* oder *Rohkupfer*, welches immer noch etwas Eisen und Schwefel und häufig auch Silber enthält. Um das Kupfer von den erstern Verunreinigungen vollends zu befreien, wird es in Flammöfen allmählig zum Schmelzen gebracht, und heftig zuströmender Gebläseluft ausgesetzt, und die durch Oxydation jener Beimengungen sich bildende Schlacke abgezogen. Diesen Process nennt man das *Gahrmachen*, und das Product *Gahrkupfer*, *Rosettekupfer*.

Ein reineres Kupfer erhält man, wenn aus dem Grubenwasser, welches sich mit dem durch allmähliche Oxydation des Schwefelkupfers gebildeten schwefelsauren Kupferoxyd geschwängert hat (*Cämentwasser*), durch Eisenstangen metallisches Kupfer niedergeschlagen wird (*Cämentkupfer*).

Das Kupfer ist von rother Farbe, stark metallglänzend, ziemlich hart, äusserst dehnbar, von schönem Klang, hat

einen hakigen Bruch; seine Krystalle gehören dem hexaëdrischen Systeme an; spec. Gew. des geschmolzenen 8,85 des geschmiedeten 8,95, schmilzt erst in der Weissglühhitze und zwar schwerer als Silber, leichter als Gold, verflüchtigt sich im Focus des Hohlspiegels; es oxydirt sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft nicht; ist es jedoch mit Wasser, vorzüglich salzhaltigem, befeuchtet, so setzt sich kohlenaures Kupferoxyd an; bei starkem Glühen oxydirt es sich, ohne sich zu entzünden; im Knallgasgebläse verbrennt es mit blendend grünlicher Flamme; bei keinem Hitzegrade ist es Wasser zu zersetzen im Stande.

O x y d e.

Kupferoxydul, Cu^2O , findet sich in der Natur als *Rothkupfererz* in hexaëdrischen Gestalten, wird am besten durch Glühen von trockenem Kupferchlorür mit kohlen. Natron erhalten, ist ein bräunlich rothes Pulver, schmilzt beim Glühen, giebt mit Wasser ein pomeranzengelbes Hydrat, welches an der Luft sich bald in Oxyd verwandelt; durch verdünnte Säuren wird es leicht in metallisches Kupfer und in Oxyd zersetzt; Salzsäure löst es mit brauner Farbe auf.

Die Oxydulsalze sind wenig untersucht.

Kupferoxyd, CuO , findet sich als Anflug auf Kupfererzen unter dem Namen *Kupferschwärze*, wird am besten durch Glühen des salpetersauren Salzes erhalten; es ist sammtschwarz, schmilzt erst bei den höchsten Hitzegraden, feuerbeständig, wird durch Wasserstoff schon weit unter der Glühhitze reducirt; mit Aetzkali zusammengesmolzen, kann man es in Tetraëdern krystallisirt erhalten.

Seine Salze sind wasserfrei weiss, wasserhaltig blau oder grün; die neutralen, in Wasser löslichen, Salze schmecken widrig, herb metallisch, röthen Lackmus, und werden durch Glühen zersetzt.

Schwefelwasserstoff fällt die Kupferoxydsalze schwarz, Kaliumeiseneyanür rothbraun; die fixen Alkalien bewirken blassbläuliche permanente Niederschläge, die flüchtigen, grünliche, die sich schon bei geringem Ueberschuss des Fällungsmittels mit lasurblauer Farbe wieder auflösen; ein Zinkstäbchen bedeckt sich in

ihren Lösungen mit einem schwarzen, ein blaues Eisen mit einem rothen Ueberzug. Vor dem Löthrohre mit Soda auf Kohle erhitzt, werden sie zu einem rothen Metallpulver reducirt, mit Borax und Phosphorsalz erzeugen sie in der innern Flamme braune, in der äussern grüne Gläser.

Kupferhyperoxyd, CuO^2 , aus Kupferoxydhydrat und Wasserstoffhyperoxyd darzustellen; dunkelbraunes, leicht zersetzbares Pulver.

Verbindungen mit andern Elementen.

Kupferchlorid, CuCl , bildet sich durch unmittelbare Vereinigung beider Elemente; durch Auflösen von Kupferoxyd in Salzsäure und Abdampfen erhält man es in smaragdgrünen, vierseitigen Säulen, mit 4 At. Wasser verbunden; ist sehr zerfliesslich; beim Erhitzen wird es gelbbraun, endlich giebt es Chlor ab und verwandelt sich in

Kupferchlorür, Cu^2Cl ; dieses bildet eine gelbbraune, krystallinische Masse, löst sich in Salzsäure und wird daraus durch Wasser weiss niedergeschlagen, oxydirt sich schnell an der Luft. Das Chlorid geht mit dem Oxyd eine sich sehr selten in der Natur vorfindende Verbindung ein, $\text{CuCl} + 3 \text{CuO} + 4 \text{HO}$, (*Atacamit*).

Kupferjodid, CuJ , besteht entweder gar nicht oder ist sehr leicht zersetzbar; denn setzt man zur Lösung eines Kupferoxydsalzes ein lösliches Jodmetall, so scheidet sich Kupferjodür und Jod aus. Das Jodür, Cu^2J , erhält man am besten durch Zusatz von Jodkalium zu der Lösung eines Gemengs von schwefels. Kupferoxyd und schwefels. Eisenoxydul; es ist weiss, in Wasser unlöslich, wird beim Erhitzen gelb.

Schwefelkupfer, *Kupfersulphuret*, Cu^2S , findet sich in der Natur isolirt als *Kupferglanz*, ausserdem aber noch mit mehreren andern Schwefelmetallen verbunden, entsteht durch unmittelbare Vereinigung seiner Elemente; das natürliche Sulphuret krystallisirt meist in Säulen und Dodekaëdern; das künstliche ist schwarzgrau, metallglänzend, leichter schmelzbar als Kupfer.

Kupfersulphid, CuS , findet sich selten natürlich im *Kupferindig* als schwarzblaue, zerreibliche Masse;

künstlich aus einem Kupferoxydsalze mittels Schwefelwasserstoff dargestellt, ist es bräunlich schwarz, wird durch Trocknen grünlich, und erlangt dann die Eigenschaft Lackmus zu röthen, schmeckt aber nicht sauer, verliert beim Erhitzen ein halbes Atom Schwefel, verwandelt sich in feuchter Luft allmählig in schwefelsaures Kupferoxyd.

Arsenkupfer. Beide Elemente vereinigen sich leicht durch Schmelzen, und bilden eine weissgraue, metallglänzende, spröde Masse, die leichter schmelzbar ist als Kupfer, an der Luft leicht anläuft und durch Glühen das meiste Arsen wieder verliert. Im Grossen erhält man diese Verbindung (*Weisskupfer*, *Argent haché*) durch Zusammenschmelzen von Kupfergranalien, arseniger Säure und schwarzem Fluss unter einer Glasdecke.

Mit Nickel vereinigt sich das Kupfer zu einer geschmeidigen, weissen Legirung.

Zink und Kupfer verdichten sich bei ihrer Vereinigung; werden sie unmittelbar zusammengeschmolzen, so entsteht oft Explosion; in verschiedenen Verhältnissen zusammengemischt, geben diese Metalle verschiedene Legirungen, die im gewöhnlichen Leben verwendet werden. Das *Messing* wird jetzt gewöhnlich aus 2 bis 3 Th. Kupfer und 1 Th. Zink erhalten; es ist von schön gelber Farbe, bei gewöhnlicher Temperatur hämmerbar und sehr geschmeidig, wird in der Hitze spröde, spec. Gew. 7,8 bis 8,4; leichter schmelzbar als Kupfer, oxydirt sich an feuchter Luft. Zum Löthen des Messings schmilzt man 2 Th. Messing mit 1 Th. Zink zusammen. Setzt man dem Kupfer weniger Zink zu, so erhält man *Tombak*, *Pinschbek*, *rothes Messing*.

Eine Legirung von Kupfer, Zink und Nickel ist das *Argentan* oder *Packfong*, *Neusilber*; meistens besteht es aus 3 Th. Kupfer, 1 Th. Zink und 1 Th. Nickel; es ist silberweiss, gut polirbar, wohlklingend, härter als Silber, sehr zähe und dehnbar; spec. Gew. ungefähr 8,5.

Salze.

Kohlensaures Kupferoxyd, neutrales, $\text{Cu}\ddot{\text{C}}$, kann nicht künstlich dargestellt werden, findet sich aber mit Kupferoxydhydrat im *Lasurerz* ($3 \text{ Cu}\ddot{\text{C}} + \text{CuH}$),

und kann mit kohlens. Alkalien krystallisirbare Doppelsalze bilden.

Basisch kohlensaures Kupferoxyd, Cu^2C , findet sich natürlich mit 1 At. Wasser verbunden im *Malachit*, wird künstlich durch Fällen von Kupferoxydsalzen mit kohlens. Alkalien dargestellt; es ist schön hellgrün, wird beim Erwärmen und durch längeres Kochen schwarz, kommt im Handel unter den Namen *Mineralgrün*, *Bremer-* oder *Braunschweiger Grün* vor.

Salpetersaures Kupferoxyd, $\text{Cu}\ddot{\text{N}}$, bildet saphirblaue vierseitige Säulen, die sehr zerfliesslich sind, kann sich noch mit mehr Atomen Kupferoxyd verbinden.

Schwefelsaures Kupferoxyd, *blauer Vitriol*, $\text{Cu}\ddot{\text{S}}$, wittert zuweilen aus Kupferkies aus, wird im Grossen durch Rösten von schwefelkupferhaltigen Erzen und Auslaugen dargestellt; reiner erhält man es dadurch, dass alte Kupferbleche erhitzt, mit Schwefel bestreut, von neuem an der Luft erhitzt, und nachher ausgelaugt werden; am besten aber durch Auflösen von russischem (bleifreiem) Kupfer in mit etwas Wasser verdünnter Schwefelsäure. Es krystallisirt mit 5 At. Wasser in lasurblauen, schiefen rhombischen oder ungleich sechsseitigen Säulen, verwittert in warmer Luft, verliert bei $+40^\circ$ 4 At. Wasser und wird weiss, erst über 200° geht das 5. At. Wasser fort; bildet mit schwefels. Alkalien leicht krystallisirbare Doppelsalze, mit mehr Kupferoxyd auch ein basisches Salz.

Basisch schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak (*Cuprum ammoniatum*), $\text{H}^3\text{N}.\text{CuO} + \text{H}^3\text{N}.\text{SO}^3.\text{HO}$; löst man reinen Kupfervitriol in Aetzammoniak auf und fügt Weingeist hinzu, so scheidet sich diese Verbindung allmählig in lasurblauen Nadeln oder geschobnen vierseitigen Säulen mit zweiflächiger Zuspitzung aus; es reagirt alkalisch, verliert an der Luft Ammoniak und zerfällt zu grünem Pulver.

Mehrere Verbindungen von Phosphorsäure, Arsensäure und Kieselsäure mit Kupferoxyd finden sich in der Natur vor; sie sind meist von grüner Farbe, wasserhaltig, können meist nicht künstlich dargestellt werden.

Arsenigsaures Kupferoxyd, Cu^2As , ist, durch Fällung von schwefels. Kupferoxyd mit arsenigs. Kali bereitet, ein grünes Pulver, welches sich in Ammoniak zu einer farblosen Flüssigkeit auflöst. (*Scheele'sches Grün*).

Quecksilber. Hg.

Man findet dieses Metall oft gediegen, häufiger noch mit Schwefel verbunden, nie im oxydirten Zustande. Das gediegene Quecksilber wird durch Schlämmen von der Gangart und durch Destillation von den es begleitenden Metallen getrennt; aus dem Schwefelquecksilber (*natürlichem Zinnober*) wird es durch Mengen mit Kalk oder metallischem Eisen und Destilliren gewonnen; in Spanien wird der Zinnober zur Ausscheidung des Quecksilbers geröstet; man reinigt das käufliche Quecksilber durch wiederholte Destillation oder durch längeres Stehenlassen unter concentrirter Schwefelsäure oder Quecksilberchloridlösung.

Das Quecksilber ist tropfbarflüssig, zinnweiss, stark glänzend, erstarrt bei -40° , krystallisirt dann in Oktaëdern, ist dehnbar und weich, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur, kommt aber erst bei 360° ins Kochen, spec. Gew. 13,5 bis 13,6; oxydirt sich an der Luft nicht, durch feine Zertheilung verliert es seinen Metallglanz und wird schwarzgrau; wird von Wasser und Salzsäure nicht angegriffen; wird es längere Zeit bei einer Temperatur von 300° erhalten, so geht es allmählig in Oxyd über.

O x y d e.

Quecksilberoxydul, Hg^2O , bildet sich, wenn Salpetersäure in Berührung mit überschüssigem Quecksilber kommt, schon bei gewöhnlicher Temperatur; wird aus dem so erhaltenen salpeters. Oxydul oder aus dem Chlorür durch Digestion mit Aetzkali erhalten; es ist grauschwarz, zersetzt sich am Tageslichte sowohl, als bei einer Temperatur von 100° in Oxyd und metallisches Quecksilber.

Die Oxydulsalze sind meist farblos oder weiss, und werden durch Erhitzen sämmtlich zersetzt, einige zerfal-

len durch Wasser in saure und basische Salze; ihre Lösungen röthen Lackmus.

Schwefelwasserstoff fällt sie schwarz und Kaliumeisencyanür weiss; ätzende Alkalien geben grauschwarze, kohlensaure weisse permanente Niederschläge; Salzsäure und lösliche Chlormetalle bewirken weisse Fällungen; durch alle unedeln Metalle, so wie durch Zinnchlorür wird das Quecksilber regulinisch als schwarzes Pulver gefällt; ein blankes Kupferstäbchen überzieht sich in einer Quecksilberlösung mit einem grauen Häutchen, welches durch Reiben silberglänzend wird, durch Erhitzen aber verschwindet.

Quecksilberoxyd, HgO , wird am besten durch Erhitzen eines Gemenges von salpeters. Quecksilberoxyd mit metallischem Quecksilber erhalten; es ist ein scharlachrothes, krystallglänzendes, körniges Pulver; wird beim Erhitzen schwarz, beim Erkalten wieder roth, bei sehr starker Hitze wird es reducirt; mit Schwefel oder Phosphor erhitzt, verpufft es; löst sich in sehr geringer Menge in Wasser, färbt Veilchensaft grün.

Die neutralen Quecksilberoxydsalze sind meist farblos, in Wasser schwer löslich, und röthen Lackmus; durch Wasser werden sie in saure und basische Salze zerlegt; die basischen sind unlöslich, oft schön gelb gefärbt.

Setzt man zur Lösung eines Oxydsalzes eine geringe Menge Schwefelwasserstoff, so entsteht ein weisser Niederschlag, der erst auf Zusatz von mehr Schwefelwasserstoff schwarz wird; Kaliumeisencyanür bewirkt einen weissen, nach längerem Stehen schwarz werdenden Niederschlag; durch sämmtliche Alkalien werden permanente Niederschläge hervorgebracht, durch die flüchtigen Alkalien weisse, durch ätzende fixe gelbe, und durch die kohlensauren fixen ziegelrothe. Von Salzsäure werden die Lösungen der Oxydsalze nicht verändert; gegen die unedeln Metalle und Zinnchlorür verhalten sie sich, wie die Oxydulsalze.

Verbindungen mit andern Elementen.

Quecksilberchlorür, *Calomel*, *Mercurius dulcis*, *Hydrargyrum muriaticum mite*, Hg^2Cl , wird auf nassem Wege bereitet, wenn man zu einer Lösung von saurem salpeters. Quecksilberoxydul eine verdünnte Kochsalzlösung setzt; auf trockenem Wege durch Sublimation eines Gemenges von 3 Th. Quecksilber mit 4 Th. Queck-

silberchlorid. In der Natur findet es sich als *Quecksilberhornerz* in kleinen quadratischen Oktaëdern; das sublimirte ist strahlig krystallinisch, durchscheinend, diamantglänzend, das präcipitirte ein weisses Pulver, welches am Sonnenlichte geschwärzt wird; das sublimirte phosphorescirt beim Stossen im Dunkeln, giebt einen schwefelgelben Strich auf harten Körpern.

Quecksilberchlorid, *Mercurius sublimatus corrosivus*, *Hydrargyrum muriaticum corrosivum*, *ätzender Sublimat*, Hg Cl ; gleiche Theile trocknes schwefels. Quecksilberoxyd und zerknistertes Kochsalz werden mit $\frac{1}{5}$ Braunstein sublimirt; die Krystallform des sublimirten Chlorids ist ein rechtwinkliges Oktaëder, die des aus der Auflösung ausgeschiedenen eine vierseitige Säule mit zweiflächiger Zuspitzung; es ist weiss, durchscheinend, zerreiblich, giebt keinen gelben Strich, schmilzt beim Erhitzen, löst sich in 18 Th. kalten und 2 Th. siedenden Wassers auf, leichter in Alkohol, am besten in Aether; die wässrige Lösung röthet Lackmus, lässt im Sonnenlichte Chlorür fallen; dasselbe geschieht in Berührung mit organischen Substanzen. Es verbindet sich mit dem Oxyd zu einem Oxychlorid, $\text{Hg Cl} + 3 \text{Hg O}$; dieses ist krystallinisch, roth oder braun, glänzend. Auch mit den Alkalichloriden verbindet es sich, z. B. mit Salmiak als *Alembrothsaltz*, $\text{H}^4\text{N Cl} + \text{Hg Cl}$, welches mit 1 At. Wasser in platten, rhombischen an der Luft verwitternden Säulen krystallisirt, sich leichter als reines Chlorid in Wasser löst. Setzt man zur Lösung dieses Salzkes kohlenst. Kali, oder fällt man eine Lösung von reinem Chlorid mit Aetzammoniak, so erhält man den sogenannten *weissen Präcipitat*, *Mercurius praecipitatus albus*, $\text{H}^4\text{N Cl} + \text{H}^2\text{N Hg}$; derselbe ist ein weisses, unlösliches Pulver von widerlich metallischem Geschmacke.

Quecksilberbromür, Hg^2Br , wird durch Sublimation von 9 Th. Brom mit 5 Th. Quecksilber, oder durch Fällen von saurem salpeters. Quecksilberoxydul mit einer verdünnten Lösung von Bromkalium gewonnen; bildet entweder weisse, faserige Krystalle oder ein zartes, weisses Pulver, geschmacklos, unlöslich.

Quecksilberbromid, Hg Br ; beide Elemente verbinden sich unter Feuererscheinung; schüttelt und kocht man

Quecksilber so lange mit Brom und Wasser, bis sich alles gelöst hat, und filtrirt, so scheiden sich aus der erkalteten Flüssigkeit Krystalle dieses Bromids aus; man erhält es auch durch Sublimiren von schwefels. Quecksilberoxyd mit Bromkalium; silberweisse, glänzende Blättchen, oder platte vierseitige Säulen, schmelzbar und sublimirbar, schwer löslich in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, röthet Lackmus, geht mit Alkalibromiden Verbindungen ein.

Quecksilberjodür, Hg^2J , wird rein nur auf trockenem Wege durch anhaltendes Zusammenreiben von 5 Th. Jod mit 8 Th. Metall bereitet, ist ein grünlichgelbes Pulver, welches beim Erwärmen roth wird; bei schnellem Erhitzen schmilzt es und sublimirt sich unverändert; bei langsamen Erhitzen zersetzt es sich in Jodid und Jod; unlöslich.

Quecksilberjodid, HgJ , durch Fällen von 8 Th. Chlorid mit 10 Th. Jodkalium erhalten, bildet ein scharlachrothes Pulver, schmelzbar und flüchtig; sublimirt ist es von gelber Farbe, die aber durch Reiben wieder in die rothe übergeht, löslich in Alkohol, in Lösungen von Jodkalium und in Quecksilbersalzen; aus der Jodkaliumlösung krystallisirt es in quadratischen Oktaëdern; die Grundform des gelben sublimirten Jodides ist ein gerades rhombisches Prisma.

Quecksilbersulphür, Hg^2S , durch Präcipitation eines Oxydulsalzes mittels Schwefelwasserstoff darstellbar, zersetzt sich in der Hitze in Quecksilber und das Sulphid, HgS ; dieses findet sich in der Natur als *Zinnober* theils in rhomboëdrischen Krystallen theils erdig vor; vom künstlichen Sulphid hat man eine *schwarze* und eine *rothe* Modification; die erstere, durch Fällen eines Oxydsalzes mit Schwefelwasserstoff bereitet, ist ein lockres, sammtschwarzes Pulver, wird von Säuren und Alkalien nicht angegriffen; das rothe Schwefelquecksilber lässt sich auf verschiedene Weise darstellen; gewöhnlich trägt man in 1 Th. schmelzenden Schwefel allmählig 6 Th. Quecksilber, verjagt unter Umrühren den überschüssigen Schwefel und sublimirt den Rückstand; auf nassem Wege wandelt man das schwarze Sulphid durch Behandeln mit Alkalien, Schütteln und Erwärmen in das rothe um; in kürzester Zeit erhält man Zinnober durch Digestion von weissem Präcipitat mit durch Schwefel gesättigtem Schwefelammonium; die rothe

Farbe des Präparats ist je nach der Darstellungsweise verschieden, wird beim Erhitzen dunkler; wird nur von Königswasser angegriffen, zersetzt sich mit Chlor unter Feuererscheinung. Eine Verbindung vom Sulphid mit dem Oxyd des Quecksilbers ist der aus Oxydlösungen durch Schwefelwasserstoff anfangs sich bildende weisse Niederschlag, $\text{HgO} + 2 \text{HgS}$; eine ähnliche Verbindung des Chlorids mit dem Sulphid entsteht auf gleiche Weise aus der Lösung des Chlorids, $\text{HgCl} + 2 \text{HgS}$.

Quecksilber hat man nicht verbinden können mit Mangan und Uran, mit Eisen nur aus Zink- oder Kaliumamalgam und der Chlorverbindung des zu amalgamirenden Metalls; mit Kupfer lässt es sich nur schwierig verbinden. Sehr leicht und zwar meist krystallisirbare Verbindungen geht das Quecksilber ein mit Zink, Kadmium, Blei, Wismuth und Zinn.

Salze.

Salpetersaures Quecksilberoxydul, neutrales, $\text{Hg}\ddot{\text{N}}$; digerirt man metallisches Quecksilber mit überschüssiger verdünnter Salpetersäure, so erhält man farblose, 2 At. Wasser enthaltende Krystalle, welche in wenig Wasser löslich sind, durch viel Wasser aber ein basisches Salz ausscheiden.

Ein basisches Salz, $\text{Hg}^3\ddot{\text{N}}^2$, erhält man, wenn man überschüssiges Quecksilber mit verdünnter Salpetersäure erwärmt; es krystallisirt mit 3 At. Wasser in grossen, durchsichtigen Prismen oder weissen Oktaëdern, färbt die Haut schwarzbraun, wird durch viel Wasser in ein unlösliches basisches Salz verwandelt. Fügt man zu einer verdünnten Lösung des neutralen salpetersauren Salzes allmählig unter Umrühren eine verdünnte Ammoniakflüssigkeit, so erhält man einen sammtschwarzen Niederschlag, den *Mercurius solubilis Hahnemanni*, $\text{H}^3\text{N} \cdot \text{NO}^3 + 3 \text{Hg}^2\text{O}$.

Salpetersaures Quecksilberoxyd; neutrales scheint nicht in fester Gestalt zu bestehen; das lösliche basische Salz, $\text{Hg}^2\ddot{\text{N}}$, erhält man durch Auflösen des Metalls in Salpetersäure und Kochen; es krystallisirt mit 2 At.

Wasser in durchsichtigen vierseitigen Säulen und Nadeln, wird von wenig Wasser gelöst, von viel Wasser in ein saures lösliches und ein unlösliches basisches Salz von schön gelber Farbe, *Turpethum nitricum* verwandelt, das bei längerem Kochen mit Wasser endlich nur Oxyd hinterlässt.

Schwefelsaures Quecksilberoxyd, $\text{Hg}\ddot{\text{S}}$; kocht man 2 Th. Quecksilber mit 3 Th. concentrirter Schwefelsäure, so scheidet sich ein neutrales, krystallinisches Salz aus, welches nicht in aufgelöster Form existiren kann, durch Wasser wird es sogleich in ein saures lösliches und ein gelbes unlösliches, basisches Salz verwandelt, *Turpethum minerale*.

Silber. Ag.

Gediegen kommt dieses Metall nur in geringen Quantitäten vor, meist findet sich Schwefelsilber andern Metallen beigemischt, besonders dem Schwefelblei und Schwefelkupfer. Von dem Blei, welches auf eine von dem beim Blei angeführten Methoden aus dem Bleiglanz dargestellt worden ist, trennt man das Silber durch **Abtreiben**; man setzt nemlich das silberhaltige Blei auf einem aus gelöschten Kalk oder Thon und ausgelaugter Holzasche construirten Heerde der Flamme eines angebauten Windofens aus, hierdurch wird das Blei allmählig oxydirt, und fliesst als Bleioxyd, *Bleiglätte*, grösstentheils durch eine eigne Rinne (*Glättgasse*) ab; gegen Ende des Processes, wo sich das sich nicht oxydirende Silber in einer kesselförmigen Vertiefung des Heerdes (der *Spur*) ansammelt, wird das Feuer verstärkt, bis die vorher bewegte Metallfläche ruhig wird, und in Regenbogenfarben spielt (*Silberblick*). Das so erhaltene Silber, (*Blicksilber*) muss noch auf dem sogenannten *Testheerde*, feingebrannt werden, d. h. auf einem kleinen, aus Knochenerde und ausgelaugter Holzasche bestehenden, Heerde von Neuem mit Blei versetzt und einem Oxydationsfeuer ausgesetzt werden, damit das Kupfer sich zugleich mit dem Blei oxydire und in die Masse des Heerdes eindringe; hier tritt der Silberblick noch deutlicher hervor (*Brandsilber*).

Sollen Kupfererze auf Silber verhüttet werden, so wird dem auf gewöhnliche Weise bereiteten Kupfer die 4fache

Menge Blei zugeschmolzen, und die Legirung dann in einzelne Platten abgestochen; diese werden auf einem Heerde, in dessen Boden sich eine Spalte befindet, stark erhitzt; das Blei schmilzt mit dem Silber verbunden, und läuft durch die Spalte (*Saigergasse*), während das Kupfer als poröse Masse mit noch etwas Blei verbunden (*Kiehnstock*) zurückbleibt. Das so ausgesaigerte silberhaltige Blei wird zur Abscheidung des Silbers, wie oben, abgetrieben.

Bei sehr silberarmen Erzen muss man zur Ausscheidung des Silbers das sogenannte *Amalgamationsverfahren* einschlagen. Zu dem Behufe müssen die zu behandelnden Erze so gemischt werden, dass sie auf den Centner Erz $7\frac{1}{2}$ bis $7\frac{3}{4}$ Loth Silber, höchstens 7 ℓ . Blei und 1 ℓ Kupfer enthalten; diese werden nun mit 10% Kochsalz gemengt, und unter fleissigem Umrühren geröstet.

Hierbei entweicht Wasser, Arsen, Salzsäure und schweflige Säure, es bildet sich schwefels. Natron und das frei gewordene Chlor verbindet sich mit Silber und andern beigemengten Metallen.

Das vollkommen durchgeröstete, gepochte und ganz fein gemahlene Erz wird nun mit Wasser, Eisen und Quecksilber gemengt in eignen Fässern 14 bis 16 Stunden lang in steter Bewegung erhalten.

Hierbei verbindet sich das Chlor des Kupfers, Bleis und Silbers mit dem Eisen, diese Metalle selbst aber mit Quecksilber.

Das darauf gesammelte Amalgam wird in einem zwillichen Sacke vom überschüssigen Quecksilber abgepresst, und dann in eigne Oefen auf Teller, die einer eisernen Stange aufsitzen, gebracht und ausgeglüht, die Quecksilberdämpfe condensiren sich in dem unterhalb befindlichen Wasser; das Silber bleibt mit den andern Metallen verunreinigt, als poröse, moosartige Masse auf den Tellern zurück (*Tellersilber*); dieses wird nun noch in Graphittiegeln umgeschmolzen, durch Aufstreuen von Kohle und Abziehen der Schlacke gereinigt. (*Raffinatschmelzen*).

Chemisch reines Silber wird aus Chlorsilber dargestellt, indem man dasselbe entweder durch Eintragen in schmelzendes kohlens. Natron und heftiges Glühen, oder durch Uebergiessen mit salzsäurehaltigem Wasser und Zu-

setzen von etwas Zink reducirt; das auf letztere Art erhaltene poröse Silber ist noch mit Borax umzuschmelzen

Reines Silber ist weiss, sehr glänzend, härter als Gold, weicher als Kupfer, äusserst dehnbar, elastisch, klingend, seine Krystallformen gehören dem hexaëdrischen Systeme an, spec. Gew. 10,47 bis 10,51, schmilzt in der Gelbrothglühhitze, kann nur im Focus eines Hohlspiegels verflüchtigt werden; beim Erwärmen an der Luft bleibt es unveränderlich, nimmt aber bei der Hitze, wo es völlig geschmolzen ist, Sauerstoff auf, giebt ihn beim Erstarren wieder ab (*Sprätzen*); kann auf glühender Kohle im Sauerstoff- oder Knallgasgebläse oder durch den Deflagrator entzündet werden, und verbrennt mit smaragdgrünem Lichte. Von Salzsäure wird das Silber nicht angegriffen.

O x y d e.

Silberoxydul, Ag_2O , bildet sich, wenn über bis 100° erwärmtes citronensaures Silberoxyd Wasserstoff geleitet wird; aus der Lösung des citronensauren Salzes wird das Oxydul durch Kali gefällt; schwarzes Pulver, wird durch Säuren und Ammoniak in Oxyd und metallisches Silber zerlegt; giebt mit Salzsäure eine braune unschmelzbare Substanz, die durch Ammoniak in Chlorid und Metall zersetzt wird.

Silberoxyd, AgO ; durch Fällen von salpeters. Silberoxyd mit Aetzkali erhält man es als dunkelbraunes Pulver, welches an der Luft, etwas Sauerstoff verlierend, schwarz wird, bräunt feuchtes Curcumäpapier, giebt kein Hydrat; bildet mit Säuren weisse oder gelbe Salze, von widrig metallischem Geschmack; werden sämmtlich durch Glühen zersetzt.

Die Lösungen der neutralen Salze röthen Lackmus nicht; von Schwefelwasserstoff werden sie schwarz, von Kaliumeisencyanür weiss gefällt; die ätzenden Alkalien bewirken hellbräunliche, die kohlensauren weisse, die fixen permanente, die flüchtigen im Ueberschuss lösliche Niederschläge. Salzsäure und lösliche Chlormetalle schlagen noch aus sehr verdünnten Lösungen Chlorsilber in klumpigen, weissen Massen nieder, die sich schnell am Lichte schwärzen, in Salpetersäure unlöslich, in Ammoniak leicht lös-

lich sind; durch alle unedeln Metalle, so wie durch Oxydulsalze wird das Silber aus seinen Lösungen regulinisch gefällt.

Silberhyperoxyd, AgO^2 , setzt sich aus einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd am positiven Pole der Volta'schen Säule in schwarzen, metallglänzenden Nadeln ab.

Verbindungen mit andern Elementen.

Chlorsilber, AgCl , findet sich in der Natur als *Silberhornerz* in glänzenden, durchscheinenden Würfeln und Oktaëdern oder in derben perlgrauen Massen; frisch gefällt bildet es weisse käsige Flocken, wird beim Schmelzen hornartig durchscheinend, in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich, löst sich in kochender concentrirter Salzsäure und schiesst daraus in Oktaëdern an, wird durch Ammoniak sehr leicht gelöst; in concentrirter siedender Kochsalzlösung ist es etwas auflöslich; beim Erkalten schiessen Würfel einer Verbindung beider Körper an $= \text{NaCl} + \text{AgCl}$.

Schwefelsilber, AgS , findet sich in der Natur als *Silberglaserz* in schwärzlich bleigrauen Würfeln, die metallglänzend und geschmeidig sind, sehr häufig kommt es mit andern Schwefelmetallen verbunden vor; das künstlich bereitete ist schwarz, sehr weich, leichter schmelzbar als Silber.

Mit Kupfer lässt sich das Silber in jedem Verhältnisse zusammenschmelzen, die Legirungen sind weniger weiss als Silber, doch sehr glänzend und dehnbar, dabei härter und klingender; das spec. Gew. ist verhältnissmässig geringer, als das der Bestandtheile (beide Metalle expandiren sich bei ihrer Verbindung.)

Um den Silbergehalt einer solchen Legirung zu finden, bediente man sich bisher nur des Abtreibens auf der Kapelle (*Kupelliren*). Zu dem Behufe wird auf einer *Kapelle* (einem aus ausgelaugter Holzasche und etwas Knochenerde bereiteten flachen Schälchen) die Legirung je nach ihrem Kupfergehalte mit einer grössern oder geringern Menge Blei geschmolzen und in einer Muffel so lange erhitzt, bis das Metallkorn in glänzenden Regenbogenfarben spielt; es hat sich dann das Kupfer mit dem Blei oxydirt und ist von der Substanz der Kapelle aufgesogen worden; kupferfreies Silber bleibt zurück. Allein da

man nach diesem Verfahren den Silbergehalt einer Legirung stets etwas geringer findet, als er in Wirklichkeit ist, so hat Gay Lussac vorgeschlagen, die Legirung in Salpetersäure aufzulösen, und das Silber mit einer Kochsalzlösung, in welcher man das Verhältniss zwischen dem Volumen der Flüssigkeit und ihrem Kochsalzgehalt genau kennt, niederschlagen; aus dem zur Ausfällung des Silbers nothwendigen Volumen der Kochsalzlösung lässt sich die Quantität des Chlorsilbers leicht finden, und der Silbergehalt der Legirung berechnen.

Eine Verbindung von Quecksilber mit Silber, AgHg^2 , kommt in der Natur vor, theils in kleinen kuglichen Massen theils in Oktaëdern und Rhombendodekaëdern, sie ist metallglänzend, zinnweiss; künstlich erhält man dieses Amalgam, wenn man 3 Th. einer gesättigten Lösung von salpeters. Silberoxyd, mit 2 Th. einer gesättigten Lösung von Quecksilber in Salpetersäure mengt, und ein Amalgam von 2 Th. Quecksilber und 1 Th. Blattsilber einlegt; die Verbindung scheidet sich meist in dendritisch gruppirten Blättchen (*Dianenbaum*) aus.

salze.

Salpetersaures Silberoxyd, $\text{Ag}\ddot{\text{N}}$; chemisch reines Silber wird in Salpetersäure gelöst und zur Krystallisation abgedampft; rhombische Tafeln, ohne Krystallwasser, luftbeständig, schmilzt beim Erhitzen (*Höllenstein*); färbt die Haut und andre organische Substanzen, besonders am Lichte, schwarz; in Alkohol löslich.

Schwefelsaures Silberoxyd, $\text{Ag}\ddot{\text{S}}$, wird durch Behandlung von metallischem Silber mit Schwefelsäure oder durch Zersetzung von salpeters. Silberoxyd mit schwefels. Natron erhalten; weisse, glänzende Nadeln oder krystallinisches Pulver, schwärzt sich am Lichte, schmilzt beim Erhitzen, löst sich in 88 Th. siedenden Wassers auf, und scheidet sich beim Erkalten wieder aus.

Silberoxyd-Ammoniak, *Knallsilber*, $\text{H}^3\text{N}.\text{AgO}$, wird durch Digestion von Silberoxyd mit Ammoniak, oder durch Fällung einer ammoniakalischen Chlorsilberlösung mit Aetzkali bereitet; ein schwarzes Pulver, welches durch den geringsten Stoss, Druck, Erwärmen, den electrischen Funken ausserordentlich heftig explodirt.

Palladium. Pd.

Dieses Metall findet sich in den Platinerzen, auch in kleinen Körnern ziemlich rein, höchst selten als Selenpalladium. Die Lösung des Platinerzes in Königswasser wird mit kohlen. Natron neutralisirt und durch Cyanquecksilber gefällt; das niedergefallene Cyanpalladium wird durch Glühen reducirt.

Das Palladium ist dem Silber rücksichtlich seiner Farbe und Geschmeidigkeit sehr ähnlich, spec. Gew. 11,5; es ist äusserst strengflüssig, läuft beim Erhitzen blau an, wird aber in der Weissglühhitze wieder blank; von Salpetersäure wird es unter Entwicklung von salpetriger Säure (nicht Stickstoffoxyd) aufgelöst. Bringt man auf ein Palladiumblättchen einen Tropfen Jodtinctur, und erhitzt, so bleibt auf der weissen Fläche ein schwarzer Fleck zurück; der Weingeistflamme ausgesetzt, berust es stark, Kohlenstoffpalladium bildend.

O x y d e.

Palladiumoxydul, PdO , durch Fällen von salpeters. Oxydul mit kohlen. Natron; schwarzes, glänzendes Pulver, wird durch Glühen reducirt, bildet mit Wasser ein dunkelbraunes Hydrat, mit Säuren gelbe und braunrothe Salze, die sich mit Alkalisalzen zu farblosen Doppelsalzen vereinigen.

Die Lösungen derselben werden durch Schwefelwasserstoff schwarz gefällt; Kaliumeisencyanür scheidet erst nach längerer Zeit eine steife Gallert aus; Aetzkali, Aetzammoniak und kohlen. Natron fällen diese Salze bräunlich, durch kohlen. Kali und Ammoniak werden sie nicht präcipitirt; das Palladium wird aus solchen Lösungen durch alle unedeln Metalle regulinisch gefällt; Cyanquecksilber bewirkt einen gelblich weissen, gelatinösen Niederschlag; durch Glühen werden die meisten Palladiumsalze zersetzt.

Palladiumoxyd, PdO^2 , dunkelgelbbraunes Hydrat, in der Siedehitze gefällt schwarz, beim Erhitzen des trocknen Hydrats entwickelt sich unter Explosion Wasser und Sauerstoff, entwickelt mit Salzsäure Chlor; in Sauerstoffsäuren löst es sich langsam auf.

Palladiumchlorür, PdCl , dunkelbraune Salzmasse, die sich in Wasser mit rothbrauner Farbe auflöst, verbindet sich mit andern Chlormetallen.

Das **Chlorid**, PdCl_2 , ist in fester Form unbekannt, es wird durch Behandlung des Chlorürs mit concentr. Königswasser erhalten, die Lösung entwickelt beim Abdampfen Chlor; das Chlorid bildet mit den Alkalichloriden braune oder rothe, krystallisirbare Doppelsalze.

Platin. Pt.

Dieses Metall findet sich nur gediegen im Schuttlande einiger Länder in rundlichen und eckigen grauschwarzen Körnern, verbunden mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, oft auch mit Gold und Eisen; aus dem platinhaltigen Sande gewinnt man jene Körnchen durch Schlämmen; dieselben enthalten 75 bis 87 $\frac{0}{100}$ reines Platin. Um Eisen und Gold aus jenen Körnern zu entfernen, digerirt man sie mit kaltem Königswasser; darauf werden sie wiederholt mit conc. Königswasser gekocht, so lange als sich noch etwas auflöst; die rothe Lösung wird alsdann mit Königswasser verdünnt und mit Salmiak versetzt, wodurch Platinsalmiak gefällt wird; durch Ausglühen dieses Niederschlags erhält man das Platin in höchst porösem Zustande; dieses wird nun heftig zusammengepresst, wiederhohlt geglüht und gehämmert, oder mit arseniger Säure und kohlen-saurem Kali zusammengeschmolzen, an der Luft geglüht, und gehämmert.

Die Farbe des reinen Platins ist zwischen stahlgrau und silberweiss, sehr glänzend, weicher als Silber (iridiumhaltiges härter als Kupfer); spec. Gew. 21,5 bis 21,7; im Ofenfeuer unschmelzbar, erweicht aber darin und lässt sich schweissen; schmelzbar im Knallgasgebläse, im Deflagrator schmilzt es und geräth ins Kochen; oxydirt sich bei keiner Temperatur an der Luft, ist nur in Königswasser löslich; auf trockenem Wege wird es durch ätzende und salpeters. Alkalien oxydirt. Jenes poröse Platin (*Platinschwamm*) so wie das durch Fällung aus Auflösungen erhaltene schwarze Pulver (*Platinschwarz*, *Platinmohr*) hat die Eigenschaft, mehrere chemische Verbindungen zwischen elastisch flüssigen Körpern zu Stande zu bringen.

O x y d e.

Platinoxydul, PtO , aus Platinchlorür und Aetzkali dargestellt, ist ein schwarzes, wasserhaltiges Pulver, wird durch Erhitzen leicht reducirt, mit verbrennlichen Körpern erhitzt, verpufft es schwach; giebt mit Säuren bräunlich-grüne Salze, die durch Ammoniak grün, durch Salmiak nicht gefällt werden; durch Aetzkali wird es in Oxyd und Metall zerlegt.

Platinoxyd, PtO^2 , salpetersaures Platinoxyd wird mit einem halben Aequivalente Aetznatron gefällt; der Niederschlag ist hellrothfarben, schrumpft beim Trocknen zusammen und nimmt dunklere Farbe an, wird durch Erhitzen leicht reducirt, kann sich mit Säuren und mit Basen verbinden; die Verbindungen mit Säuren sind gelb oder roth und gehen mit den entsprechenden Alkalisalzen Verbindungen ein; die Verbindungen des Platinoxyds mit Basen sind unlöslich.

Durch Schwefelwasserstoff werden die Oxydsalze schwarzbraun gefällt; Salmiak und Chlorkalium schlagen gelbe Doppelsalze nieder, Chlornatrium nicht; durch Eisenvitriol entsteht keine Reduction, durch Zinnchlorür eine dunkelrothe Färbung, durch Jodnatrium eine dunkelbraune; alle unedeln Metalle schlagen das Platin aus seinen Lösungen regulinisch nieder.

Platinchlorid, PtCl^2 , bildet eine rothe Salzmasse, die beim Trocknen schwarzbraun wird, sich in Wasser, Alkohol und Aether löst, Lackmus röthet, Haut und Nägel purpurroth färbt, verbindet sich leicht mit andern Chloriden, bildet mit Salmiak, den in Wasser nur sehr wenig löslichen, gelb gefärbten *Platinsalmiak* ($\text{H}^4\text{NCl} + \text{PtCl}^2$); erhitzt man das Chlorid bis zur Schmelzhitze des Zinns, so erhält man das Chlorür, PtCl , eine olivengrüne, in Wasser unlösliche Masse, welche nur durch heftiges Glühen völlig reducirt wird.

Rhodium. Rh.

Nachdem aus der Lösung des Platinerzes Palladium und der grösste Theil des Platins entfernt worden ist, fällt man aus der rückständigen Flüssigkeit Quecksilber, Rho-

dium und das aufgelöst gebliebene Platin metallisch durch einen Eisenstab; das Quecksilber entfernt man durch Salpetersäure, das Platin und Rhodium werden aber in Königswasser aufgelöst, mit Kochsalz versetzt, abgedampft und mit Alkohol ausgezogen; letzterer lässt das Chlorrhodiumnatrium ungelöst; dieses wird durch Glühen reducirt, das Kochsalz mit Wasser ausgezogen.

Das Rhodium lässt sich in zusammenhängender Gestalt nur durch das Knallgasgebläse erhalten; es ist dann silberweiss, metallglänzend, spröde, spec. Gew. 11,0; löst sich in keiner Säure, wenn es nicht mit Platin legirt ist; durch Schmelzen mit ätzenden, salpetersauren oder doppelt schwefelsauren Alkalien wird es oxydirt; als sehr feines Pulver oxydirt es sich schon beim Erhitzen an der Luft.

O x y d e.

Rhodiumoxydul, RO , ist noch nicht isolirt dargestellt worden.

Rhodiumoxyd, R^2O^3 , auf trockenem Wege erhalten, ist ein grünlich graues, in Säuren unlösliches Pulver; aus einer Lösung gefällt ist es schmutzig grün und enthält immer Alkali gebunden.

Dieses Oxyd geht mit dem Oxydul Verbindungen ein; durch Oxydation des Rhodiums bildet sich ein schwarzes Pulver, $\text{R}^3 + \ddot{\text{R}}$. Die Verbindungen dieses Oxyds mit Säuren sind gelb oder bräunlich roth; durch Schwefelwasserstoff wird es braun gefällt, durch Alkalien gelb, durch Eisenvitriol und Kaliumeisencyanür nicht, durch unedle Metalle als schwarzes Pulver.

Das Rhodiumchlorid ist trocken braunschwarz, zerfliesslich, bildet mit den Alkalichloriden roseurothe Salze.

Iridium. Ir.

Im Ural'schen Platinerze finden sich 3 bis 5 $\frac{0}{0}$ Iridium; es kommt auch in einzelnen Körnern nur mit Osmium legirt vor; eine solche Legirung bleibt auch beim Auflösen der Platinkörner in Königswasser zurück. Am einfachsten trennt man diese beiden Metalle dadurch, dass man diese

Legirung mit Salpeter in einer Retorte zusammenschmilzt, die geglühte Masse mit Salpetersäure kocht, und die gebildete Osmiumsäure im Wasserbade abdestilliren lässt; aus der rückständigen Masse zieht man den Salpeter mit Wasser aus, Iridiumoxyd bleibt zurück; dieses wird in Salzsäure gelöst, mit Salmiak zersetzt, verdunstet und geglüht; der Rückstand ist Iridium.

Das Iridium bildet ein graues Metallpulver, spec. Gew. 15,68, schmilzt nicht im Knallgasgebläse, wohl aber im Deflagrator, im letztern Falle ist es weiss, glänzend, spec. Gew. 18,68, in Säuren unlöslich, mit Platin legirt löst es sich etwas in Königswasser auf; digerirt man schwefels. Iridiumoxyd mit Alkohol, so erhält man dieses Metall als sehr feines Pulver, welches die Eigenschaften des Platinschwammes in erhöhtem Grade besitzt; es oxydirt sich dann auch leicht an der Luft. In Lösung gebracht werden kann das Iridium durch Glühen mit ätzenden oder salpetersauren Alkalien oder dadurch, dass über mit Kochsalz gemengtes Iridium Chlorgas geleitet wird.

O x y d e .

Iridiumoxydul, IrO , bildet trocken ein schwarzes, schweres Pulver, in Säuren unlöslich; wird es aus dem Chlorür mit Aetzkali ausgeschieden, so bildet es ein grau-grünes Hydrat, welches sich in Säuren und Alkalien leicht löst, verliert beim Glühen den Sauerstoff nicht; die Salze sind schmutzig grün.

Iridiumsesquioxdul, Ir^2O^3 , durch Glühen von Kaliumiridiumchlorid mit kohlensaurem Kali erhalten, bildet sich beim Glühen des Iridiums mit ätzenden Alkalien, ist ein bläulich schwarzes Pulver, verliert seinen Sauerstoff erst über der Schmelzhitze des Silbers, wird durch Wasserstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur reducirt; explodirt beim Erhitzen mit verbrennlichen Körpern, ist in Säuren unlöslich; aus dem Sesquichlorür und Aetzkali erhält man ein kalihaltiges Hydrat, braun, in Säuren löslich; seine Salze sind dunkelbraun. Das Sesquioxdul geht mit dem Oxydul eine blaue Verbindung ein.

Iridiumoxyd, IrO^2 , ist noch nicht isolirt dargestellt worden, bildet mit Säuren schwarze Salze, deren rothe Lö-

sungen durch Alkalien nicht gefällt werden; durch Schwefelwasserstoff werden die Lösungen entfärbt.

Iridiums sesquioxyd, IrO_3 , wird aus Kaliumiridiumsesquichlorid durch kohlensaures Kali gefällt, nur als braungelbes Hydrat bekannt, enthält immer Alkali, decrepitiert beim Erhitzen heftig, Wasser und Sauerstoff abgebend; löst sich in Salzsäure mit gelber oder rother Farbe.

C h l o r i d e .

Iridiumchlorür, IrCl , durch Glühen von pulverigem Iridium in Chlor; olivengrünes Pulver, bildet mit Alkalichloriden schmutzig grüne Salze.

Iridiums sesquichlorür, Ir^2Cl^3 , ist bräunlich gelb, in Wasser unlöslich, giebt mit Alkalichloriden Salze.

Iridiumchlorid, IrCl^2 , durch Kochen von Sesquichlorür mit Königswasser und Abdampfen erhalten; schwarze, nicht krystallinische, zerfliessliche Masse, bildet mit Alkalichloriden Salze.

Iridiums sesquichlorid, IrCl^3 , im isolirten Zustande unbekannt, das Kaliumiridiumsesquichlorid, $(3\text{KCl} + \text{IrCl}^3)$ bildet sich durch Kochen des mit Salpeter geglühten Iridiums in Salzsäure; rhombische Krystalle von bräunlicher Farbe, im Wasser mit rosenrother Farbe löslich.

Osmium. Os.

Dieses Metall kommt immer mit dem Iridium legirt vor; um es darzustellen schmilzt man diese Legirung mit Salpeter und fängt die entwickelte Osmiumsäure in der Vorlage auf; aus dem Rückstand in der Retorte wird durch Digestion mit Salpetersäure oder Salzsäure die Osmiumsäure vollends ausgetrieben und gesammelt; die Säure reducirt man entweder durch Kochen mit Ammoniak, Auflösen des hierdurch gefällten Osmiums sesquioxyduls in Salzsäure und Verdampfen desselben mit Salmiak und Glühen; oder dadurch, dass die Osmiumsäure mit Salzsäure und Quecksilber digerirt, und das ausgeschiedene Osmiumamalgam durch Erhitzen zersetzt wird.

Osmium ist compact bläulich weiss, weniger glänzend als Platin, oder bildet ein poröses Pulver, spec. Gew. 10,0; im Ofenfeuer unschmelzbar, nicht flüchtig, lässt sich durch Erhitzen an der Luft entzünden, macht die Alkoholflamme sehr leuchtend; in Salpetersäure ist es löslich, wenn es nicht stark geglüht worden war, ausserdem in allen Säuren unlöslich.

O x y d e .

Osmiumoxydul, OsO , aus Kaliumosmiumchlorür und Aetzkali; tief dunkelgrünes, alkalihaltiges Hydrat, verliert erst im Glühen das Wasser, oxydirt sich beim Erhitzen an der Luft zu Osmiumsäure, explodirt mit verbrennlichen Körpern erhitzt; bildet mit Säuren dunkelgrüne Lösungen.

Osmiumsesquioxdul, Os^2O^3 , Osmiumsäure wird mit Ammoniak versetzt und bei 40° digerirt, fällt als dunkelbraunes Pulver nieder, hält etwas Ammoniak zurück, verpufft beim Erhitzen; bildet mit Säuren braune Lösungen.

Osmiumoxyd, OsO^2 , aus Kaliumosmiumchlorid und kohlensaurem Kali; schwarzes Pulver, feuerbeständig, an der Luft geht es beim Erhitzen in Osmiumsäure über; vom Wasserstoff wird es ohne Anwendung von Wärme reducirt, explodirt beim Erhitzen mit brennbaren Körpern, in Säuren unlöslich, verbindet sich nur mit Schwefelsäure.

Osmiumsäure, Osmiumbioxyd, OsO^4 , erzeugt sich beim Verbrennen oder Oxydiren des Osmiums mit Salpetersäure; lange, farblose Prismen, von höchst unangenehmen, stechendem Geruche und brennendem Geschmacke, unter 100° schmelzbar und sublimirbar, in Wasser, Alkohol und Aether löslich, ohne Reaction auf Lackmus, explodirt auf glühenden Kohlen; eine Spiritusflamme wird dadurch so leuchtend, wie brennendes Leuchtgas; durch oxydirbare Körper wird sie leicht zu Sesquioxdul reducirt; schweflige Säure bewirkt aus den Lösungen einen blauen, Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag.

C h l o r i d e .

Osmiumchlorür, OsCl , bildet sich, wenn man Chlor über Osmium leitet, zunächst dem Osmium: dunkelgrüne, zerfliessliche Nadeln.

Osmiums sesquichlorür, Os^2Cl^3 , im isolirten Zustande unbekannt; nur mit Salmiak verbunden.

Osmiumchlorid, OsCl^2 , bildet sich durch Leiten von Chlor über Osmium, entfernter dem letztern; dunkelrothes Pulver, feucht werdend, in Wasser mit gelber Farbe löslich, bildet mit Chlorkalium dunkelbraune Oktaëder.

Osmiums sesquichlorid, isolirt unbekannt; bildet sich, wenn Osmiumsäure mit Ammoniak gesättigt und dann wieder mit Salzsäure neutralisirt wird, $\text{H}^4\text{NCl} + \text{OsCl}^3$, braun, löslich.

Gold. Au.

Das Gold kommt in der Natur nur gediegen vor, enthält immer zugleich etwas Silber; es findet sich in kleinen Körnern im Sande der Flüsse, im Schuttlande und eingesprengt in ältern und neuern Gebirgsformationen; man gewinnt das Gold meist nicht blos durch alleiniges *Schlämmen* des Sandes, sondern man pflegt das hierdurch erhaltene unreine Gold unmittelbar mit Quecksilber zu *amalgamiren*, presst das Amalgam aus, und destillirt das Quecksilber ab. Die goldhaltigen Kiese werden zuerst gepocht und geröstet, und dann wie der Goldsand behandelt. Von *Silber* trennt man das Gold auf trockenem Wege durch Zusammenschmelzen mit Schwefel und Bleiglätte oder mit Schwefelantimon; das gebildete Antimongold wird durch Rösten vom Antimon befreit. Auf nassem Wege wendet man die Scheidung *in die Quart* an, wenn mehr Gold als Silber in der Verbindung enthalten ist; man schmilzt dem Golde so viel Silber zu, dass der Silbergehalt $\frac{3}{4}$ der Masse ausmacht, und löst das Silber in Salpetersäure auf, Gold bleibt als schwarzbraune wenig glänzende Masse zurück; ist dagegen aus goldhaltigem Silber das Gold auszuscheiden, so löst man entweder das Silber in Schwefelsäure auf, oder das Gold in Königswasser (Chlorsilber bleibt dann ungelöst), durch Eisenvitriol wird das Gold dann als braunes Pulver gefällt; fein vertheiltes Gold ist mit Borax und etwas Salpeter umzuschmelzen.

Gold ist hochgelb, sehr glänzend, dehnbar im höchsten Grade, weicher als Silber, nicht sehr klingend; Krystallform dem hexaëdrischen Systeme angehörend, spec.

Gew. 19,4 bis 19,6, schmilzt in der Weissglühhitze und wird dabei meergrün; verflüchtigt sich nur wenig im Knallgasgebläse, bleibt an der Luft unverändert, wird von Salpetersäure nicht oxydirt, von Königswasser schon in der Kälte als Chlorid aufgelöst.

O x y d e.

Goldoxydul, Au^2O , aus Goldchlorür und Kali; grünes, leicht zersetzbares Pulver; Salze unbekannt.

Goldoxyd, Au^2O^3 , durch Talkerde aus Goldchlorid gefälltes Oxyd wird durch Salpetersäure von der Talkerde befreit; dunkelbraunes Pulver, als Hydrat hell röthlichgelb; am Lichte reducirbar, leichter noch durch Erhitzen; löst sich in Salzsäure, wird jedoch aus letztern Lösungen durch Verdünnung gefällt, besitzt fast gar keine basischen Eigenschaften, vertritt aber oft die Stelle einer Säure.

C h l o r i d e.

Goldchlorür, Au^2Cl , durch Erhitzen des Chlorids bis 230° ; ist gelblich weiss, in Wasser unlöslich, sich darin in metallisches Gold und Chlorid zersetzend.

Goldchlorid, Au^2Cl^3 , durch Auflösen des Goldes in Königswasser und Abdampfen; krystallisirt mit Salzsäure verbunden in hellgelben vierseitigen Säulen oder abgestumpften Oktaëdern, färbt Haut, Haare und dergl. dunkelroth, zerfliesslich, leicht löslich in Alkohol und Aether; schmilzt beim Erhitzen, entwickelt Wasser und Salzsäure und hinterlässt reines Chlorid, als dunkelrubinrothe, krystallinische Masse, welche an der Luft zerfliesst, sich mit rothbrauner Farbe auflöst und Lackmus röthet; bei stärkerm Erhitzen wird es zu Chlorür und endlich zu metallischem Gold reducirt; die Lösung des Goldchlorids zersetzt sich am Tageslichte.

Von Schwefelwasserstoff wird sie schwarz gefällt, der Niederschlag ist in Schwefelwasserstoff - Ammoniak löslich; die flüchtigen Alkalien geben gelbe, ammoniakhaltige Niederschläge; Oxalsäure erzeugt eine dunkelschwarzgrüne Färbung und Fällung von metallischem Gold; Eisenvitriol fällt metallisches Gold mit dunkelbrauner Farbe; Zinnchlorür bewirkt selbst in den verdünntesten

Lösungen eine purpurrothe Färbung; in concentrirten einen dunkelpurpurnen Niederschlag; durch Silber und alle unedeln Metalle wird das Gold regulinisch gefällt.

Das Goldchlorid vereinigt sich mit den Alkalichloriden; das Natriumgoldchlorid, *Aurum muriaticum natronatum*, $\text{NaCl} + \text{Au}^2\text{Cl}^3$, krystallisirt mit 4 At. Wasser in gelben, vierseitigen Prismen, luftbeständig.

Verbindungen mit andern Elementen.

Verbindungen des Golds mit Silber finden sich nicht nur in der Natur, sondern werden auch künstlich dargestellt; diese Legirungen sind meist blasser als Gold, aber gleich dehnbar; diese beiden Metalle dehnen sich bei ihrer Verbindung etwas aus.

Goldamalgam, krystallisirt in weissen Prismen oder in dendritischer Form.

Mit Kupfer wird das Gold am häufigsten legirt; diese Verbindungen sind härter und fester als Gold.

Knallgold, $2\text{H}^3\text{N} + \text{Au}^2\text{O}^3 + \text{HO}$, wie das Knallsilber dargestellt, ist ein gelbbraunes Pulver, in Wasser und Alkohol unlöslich; explodirt äusserst heftig beim Reiben, Stossen oder Erhitzen über 100° .

Goldpurpur, eine Lösung von Zinnsesquioxydul in Salzsäure oder ein Gemeng von Zinnchlorür und Chlorid wird durch Goldchlorid gefällt; purpurrothes oder schmutzigbraunes Pulver, beim Trocknen heller werdend, in verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich, ausser in Aetzammoniak mit Purpurfarbe; beim Abdampfen entsteht ein gleichgefärbter Körper, der in Ammoniak nicht wieder löslich ist; dieser Körper besteht entweder aus feinvertheiltem Gold und Zinnoxid, oder aus Zinnsesquioxydul und einer Verbindung von gleichen Atomen Gold und Sauerstoff.

Zinn. Sn.

Das gewöhnlichste Zinnerz ist der *Zinnstein*; seltener ist der *Zinnkies* ($\text{Cu}^2\text{S} + \text{SnS}$), gediegen kommt es nie vor; aus dem Zinnstein bereitet man das Zinn, indem man das Erz pocht, röstet, durch Schlämmen vom

Muttergestein trennt, und alsdann durch Kohle in Schacht- oder Flammöfen reducirt; durch Umschmelzen mit verschiedenen Zuschlägen wird das Zinn von den dasselbe oft begleitenden Metallen möglichst gereinigt. Chemisch rein erhält man es durch Reduction des künstlich bereiteten, reinen Zinnoxys.

Das Zinn ist weiss, sehr glänzend, lässt sich in dünne Blättchen (*Stanniol*) ausdehnen, nicht in Drähte ziehen, ist weich, knirscht beim Biegen (*schreit*), hat hakigen Bruch, krystallisirt in geschobenen Säulen; spec. Gew. 7,291 bis 7,299, schmilzt bei 228° , nur in strengster Weissglühhitze flüchtig, entzündet sich erst bei sehr hohen Temperaturen und brennt mit sehr weisser Flamme, oxydirt sich an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur nur wenig; von Salpetersäure wird es oxydirt, nicht aufgelöst, von Salzsäure wird es als Chlorür aufgelöst, nur langsam von Schwefelsäure angegriffen; doppelt schwefelsaures Kali, Alaun und Salmiak, und doppelt weinsaures Kali lösen es auf; von ätzenden Alkalien wird es ebenfalls oxydirt.

O x y d e.

Zinnoxydul, SnO , durch Fällen von Zinnchlorür mit kohlensaurem Kali; der bei 80° bis 90° getrocknete Niederschlag ist ein weisses Hydrat, welches nur durch Erhitzen in Wasserstoff oder Kohlensäure vom Wasser ohne gleichzeitige Oxydation befreit werden kann; es ist dann schwarzgrau, luftbeständig, verglimmt beim Erhitzen wie Feuerschwamm zu Oxyd; das Hydrat verliert beim Kochen sein Hydratwasser.

Die Salze des Oxyduls sind meist farblos, von höchst widerlich metallischem Geschmack, zersetzen sich durch Erhitzen an der Luft, röthen stets Lackmus, mehrere neutrale Salze werden durch Wasser in saure lösliche und basische unlösliche zerlegt.

Mit Schwefelwasserstoff geben sie einen schwarzbraunen Niederschlag, welcher sich in sehr viel Schwefelwasserstoff-Ammoniak nur langsam zu Sulphid auflöst; Kaliumeisencyanür giebt einen weissen, Aetzkali einen weissen, im Ueberschuss löslichen, Aetzammoniak und die kohlensauren Alkalien weisse permanente Niederschläge; durch Zink wird das Zinn metallisch in weissgrauen

Blättchen gefällt; mit Goldsolution geben sie einen purpurfarbenen oder violetten Niederschlag; von Eisen- Kupfer- und Quecksilberoxydsalzen werden sie in Zinnoxysalze verwandelt; vor dem Löthrohre geben sie mit Soda im Reductionsfeuer ein weisses, geschmeidiges Metallkorn.

Zinnesquioxydul, Sn^2O^3 , durch Digestion von Eisenoxydhydrat mit Zinnchlorür erhalten, ist ein weisses, schleimiges Hydrat, welches durch Entwässern im sauerstofffreien Raume sich in ein schwarzbraunes Pulver verwandelt; vom Oxydul unterscheidet es sich durch seine Löslichkeit in Aetzammoniak, vom Oxyd durch die Fällbarkeit seiner salzsauren Lösung mittels Goldsolution.

Zinnoxid, Zinnsäure, SnO^2 , findet sich natürlich als *Zinnstein* in durchscheinenden Oktaëdern, meist von bräunlicher Farbe, wird künstlich in 2 Modificationen erhalten; das *a* Zinnoxid entsteht durch Oxydation des Zinns mittels Salpetersäure; es ist weiss, wird beim Erhitzen vorübergehend gelb, unschmelzbar und feuerbeständig, röthet Lackmus nicht, löst sich nicht in Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure, nimmt aber von beiden letztern Säuren etwas auf; durch Glühen mit Alkalien wird es in *b* Zinnoxid verwandelt; letzteres bereitet man auch durch Fällung von Zinnchlorid mit kohlensaurem Kali; dieses ist als Hydrat weiss, gallertartig, röthet Lackmus, wird beim Trocknen seidenglänzend, zerreiblich, löst sich schon in verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure; auch in kalter Salpetersäure, fällt aber durch Kochen dieser Lösung in gallertartiger Form wieder nieder. Durch Auflösen dieser Oxyde in Alkalien und Fällen durch Säuren lässt sich nicht eine Modification in die andere verwandeln.

Das Zinnoxid verbindet sich mit Säuren und mit Basen; die zinnsauren Salze werden durch Glühen so zersetzt, dass das Zinnoxid indifferent und die Basis frei wird. Die Verbindungen dieses Oxyds mit Säuren sind farblos, werden durch Glühen zersetzt, die Lösungen röthen Lackmus; die in Wasser unlöslichen Salze lösen sich in Salzsäure dann auf, wenn sie vorher nicht geglüht worden waren.

Aus ihren Lösungen geben sie mit Schwefelwasserstoff einen gelben, in Schwefellebern löslichen, Niederschlag, mit Kaliumeisen-

cyanür eine weisse steife Gallert; die ätzenden Alkalien bewirken weisse, im Ueberschuss lösliche, die kohlensauren permanente Niederschläge; aus seinen sauren Lösungen wird das Zinnoxid durch Zink als weisses, gelatinöses Hydrat unter Wasserstoffentwicklung gefällt; Goldsolution zeigt keine Reaction auf die Oxydsalze.

Verbindungen mit andern Elementen.

Zinnchlorür, SnCl ; leitet man trocknes Salzsäuregas über Zinnspähne, so erhält man das wasserfreie Chlorür als eine feste, grüne, glänzende, durchscheinende Masse, welche vor der Rothglühhitze schmilzt und sich bei derselben verflüchtigt. Durch Auflösen überschüssigen Zinns in Salzsäure erhält man das Chlorür mit 1 At. Wasser verbunden in weissen, rhombischen Säulen oder Nadeln; löst sich in wenig Wasser und röthet Lackmus, durch viel Wasser wird die Lösung getrübt, und Oxychlorür, $\text{SnCl} + \text{Sn} + \text{H}$, scheidet sich aus; durch Salmiak, doppelt weins. Kali oder ein wenig Salzsäure kann jene Zersetzbarkeit in Wasser verhindert werden. Zinnchlorür wirkt auf viele Körper reducirend; die Lösung zieht aus der Luft schnell Sauerstoff an, Oxyd und Chlorid bildend.

Zinnchlorid, SnCl_2 , entsteht durch Verbrennen von Zinn in Chlorgas oder durch Erhitzen von 1 Th. Zinnfeilspähnen mit 4 Th. Quecksilberchlorid; ist eine farblose an der Luft stark rauchende Flüssigkeit (*Spiritus fumans Libavii*), siedet bei 120° ; mit $\frac{1}{3}$ Wasser übergossen wird sie fast butterartig (*Butyrum stanni*); an der Luft zieht sie Wasser an und wird krystallinisch; die wässrige Lösung löst Zinn auf und bildet Chlorür; sie absorbirt Ammoniak und bildet damit ein weisses Pulver.

Das α Zinnoxid giebt mit Salzsäure eine in dieser Säure unlösliche, wohl aber in Wasser auflösliche Verbindung.

Einfach-Schwefelzinn, SnS , wird durch wiederholtes Zusammenschmelzen von Zinn mit Schwefel und Glühen dargestellt; es ist krystallinisch, blaugrau, metallglänzend, schwerer schmelzbar als Zinn, löst sich in Salzsäure vollkommen auf.

Anderthalb-Schwefelzinn, Sn^2S^3 , stellt man dar, durch Erhitzen des einfachen Schwefelzinns mit $\frac{1}{3}$ Schwefel; es ist schmutzig gelb; durch Schwefelsäure wird es in Schwefelwasserstoff, Zinnchlorür und Zinnsulphid zerlegt.

Doppelt-Schwefelzinn, SnS^2 , wird erhalten durch Fällen von Zinnoxysalzen mittels Schwefelwasserstoff, oder durch Erhitzen von gleichen Theilen Zinn, Schwefel und Salmiak, und nach vielen andern Methoden; es bildet eine gelbe, voluminöse, glasige Masse oder goldglänzende Blättchen (*Aurum musivum, mosaicum*), ist in Säuren unlöslich ausser in Königswasser; wird von ätzenden Alkalien und Schwefellebern leicht aufgelöst, und verliert beim Glühen die Hälfte seines Schwefels.

Zinn und Blei verbinden sich in jedem Verhältnisse; 1 Th. Zinn und 2 Th. Blei ist das *Schnellloth* der Klempner, diese Verbindung, einmal entzündet, brennt von selbst fort. Eine Legirung von 3 Th. Zinn und 1 Th. Blei dient zur Fertigung von Orgelpfeifen; ein Gemisch von 19 Th. Blei und 29 Th. Zinn wird zur Fertigung der *Fahluner Diamanten* benutzt; eine Legirung von 1 At. Blei und 3 At. Zinn schmilzt bei 187° , von 1 At. Blei und 2 At. Zinn bei 200° , von gleichen Atomen Zinn und Blei bei 240° , von 1 At. Zinn und 2 At. Blei bei 270° und von 1 At. Zinn und 3 At. Blei bei 280° .

Ueber Legirung von Zinn mit Wismuth, und mit Blei und Wismuth sehe man das Allgemeine über Legirungen.

Mit Kupfer lässt sich das Zinn in vielen Verhältnissen zusammenschmelzen; beim Erkalten scheidet sich das Zinn jedoch grösstentheils wieder aus; die Bronze der Alten enthält neben Kupfer 3 bis $15\frac{0}{100}$ Zinn; das Kupfer wurde dadurch mehr gelblich und hart; das *Kanonennmetall* ist eine Legirung von 100 Th. Kupfer und 10 oder 11 Th. Zinn; es ist ziemlich hart, nach dem Ablöschen mit kaltem Wasser hämmerbar. Die *Glockenspeise* enthält durchschnittlich $22\frac{0}{100}$ Zinn; sie ist gelblich grauweiss, feinkörnig, hart, spröde, leicht schmelzbar, dünnflüssig. *Spiegelmetall* besteht aus 2 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn, ist weiss, dicht, hart, feinkörnig, schöne Politur annehmend, wird zu Metallspiegeln verwendet.

Spiessglanz. Antimon. Sb.

Dieses Metall kommt höchst selten gediegen vor, meistens an Schwefel gebunden im *Grauspiessglanzerz*: aus letzterem bereitet man es im Grossen so, dass in besondern Saigeröfen oder Saigertöpfen das Erz vom Muttergestein abgeschmolzen wird. Aus dem so erhaltenen Schwefelantimon (*Antimonium crudum*) erhält man das Metall auf verschiedene Weise; gewöhnlich schmilzt man 100 Th. davon mit 42 Th. Eisengranalien, 10 Th. wasserfreiem Glaubersalz und $2\frac{1}{2}$ Th. Kohle zusammen; das Metall enthält alsdann noch Schwefel, Arsen, Eisen und Kupfer; um es von diesen Beimengungen zu befreien, schmilzt man 16 Th. desselben mit 1 Th. *Antimonium crudum* erst mit 2 Th. dann mit $1\frac{1}{2}$ Th. und endlich mit 1 Th. kohlensauren Natrons, jedesmal eine halbe Stunde, zusammen. Vom Blei kann Antimon nur auf nassem Wege getrennt werden.

Reines Antimon ist ziemlich silberweiss, glänzend, von kleinblättrigem Gefüge, langsam abgekühlt oder unrein grossblättrig, spröd, leicht pulverisierbar, Grundform rhomboëdrisch, spec. Gew. 6,7 bis 6,8, schmilzt bei 425° , verflüchtigt sich in bedeckten Gefässen in der Weissglühhitze nicht, luftbeständig, verbrennt durch Erhitzen an der Luft zu Oxyd, wird von Salpetersäure oxydirt, aber nicht aufgelöst.

O x y d e.

Antimonoxyd, Sb^2O^3 , findet sich in der Natur als *Weisspiessglanzerz* in Säulen und Nadeln, wird durch Digestion des Algarothpulvers mit kohlensaurem Kali, oder durch sorgfältiges Aussüssen des mit Salpetersäure oxydirten Antimons bereitet; es bildet sublimirt kleine, weisse, gerade, rhombische Prismen, denen nicht selten regelmässige Oktaëder aufsitzen; auf nassem Wege gewonnen ist es ein grauweisses Pulver, wird beim Erhitzen gelb und schmilzt, sublimirt sich in verschlossenen Gefässen; an der Luft erhitzt, geht es in antimonige Säure über, wird von Kohle leicht zu Metall reducirt, löst sich etwas wenig in Wasser, unlöslich in Salpetersäure, löslich in Salzsäure; verhält sich zu stärkern Basen wie eine Säure, verbindet sich mit Säuren zu farblosen Salzen.

Die Antimonoxysalze werden durch Erhitzen an der Luft zersetzt; ihre Lösungen röthen Lackmus; durch Wasser werden die neutralen Salze in saure und basische zerlegt.

Schwefelwasserstoff erzeugt aus ihren Lösungen einen orangefarbenen, in Schwefellebern löslichen, Niederschlag, Kaliumeisencyanür und sämtliche Alkalien geben weisse, permanente Niederschläge; durch Zink, Cadmium, Eisen wird regulinisches Antimon gefällt. Vor dem Löthrohre auf Kohle mit Soda erhitzt, werden sie zu einer spröden Metallkugel reducirt, von welcher sich dichte weisse Nebel entwickeln; nach dem Erkalten erscheint das Metallkorn von einem Netz kleiner Oxydkrystalle wie umstrickt; auf der Kohle zeigt sich zugleich ein weisser Anflug.

Antimonige Säure, Sb^2O^4 , findet sich fossil als *Spiessglanzocker*, wird erhalten durch Erhitzen des Oxyds an der Luft, durch Glühen von Antimonsäure, oder durch Rösten von *Antimonium crudum* (*Spiessglanzasche*); sie ist schneeweiss, beim Erhitzen gelb werdend, unschmelzbar, feuerbeständig, in Wasser und Säuren unlöslich; schmilzt man sie mit kohlen-saurem Kali zusammen, löst die Masse in Wasser auf, und setzt eine Säure zu, so fällt das Hydrat der Säure nieder, H^+Sb , welches in Säuren ausser Salpetersäure löslich ist, durch Verdünnung mit Wasser wieder gefällt wird, und Lackmus röthet; durch Erhitzen verliert sie diese Eigenschaften wieder; auf Kohle kann sie, für sich erhitzt, nicht zu einem Metallkorn reducirt werden, es entsteht nur ein weisser Beschlag. Mit den Basen geht sie meist unlösliche Verbindungen ein, die durch Säuren zersetzt werden.

Von Salpetersäure wird in der Regel die Basis aufgelöst, die Säure bleibt zurück. Schwefelwasserstoff bewirkt aus der salzsauren Lösung einen oraniengelben, in Schwefellebern löslichen, Niederschlag.

Antimonsäure, Sb^2O^5 , wird dargestellt, durch Auflösen des Antimons in Königswasser, Abdampfen und Digeriren mit Salpetersäure, oder durch Verpuffen von 1 Th. Antimon mit 6 Th. Salpeter, Auflösen der Masse und Fällen mit verdünnter Schwefelsäure; sie stellt ein strohgelbes Pulver dar, wird beim Erhitzen dunkler gelb, ist unschmelzbar, röthet Lackmus nicht, verwandelt sich bei stärke-

kerm Glühen in antimonige Säure; das Hydrat, $\text{H}\ddot{\text{S}}\text{b}$, ist weiss, röthet Lackmus, löst sich in Salzsäure, wird daraus durch Wasser wieder gefällt, auf Zusatz von viel Wasser bleibt jedoch die Lösung klar; in Salpetersäure völlig unlöslich; in der Hitze auf trockenem Wege werden die kohlensauren Salze durch Antimonsäure zersetzt; die antimonischen Salze sind in Wasser unlöslich, durch Salpetersäure werden sie zersetzt; beim Glühen derselben tritt oft eine Feuererscheinung ein, nach welcher sie nicht mehr zersetzbar sind; Sauerstoffverlust hat bei dieser Erscheinung nicht statt gefunden; übrigens verhalten sie sich wie die antimonigsauren Salze.

Verbindungen mit andern Elementen.

Antimonwasserstoff, H^3Sb^2 , bildet sich, wenn eine Lösung von weinsaurem Antimonoxyd-Kali mit Zink und Schwefelsäure zersetzt wird, ist ein farbloses Gas, wird vom Wasser nicht absorbirt, durch Glühen in metallisches Antimon und Wasserstoff zersetzt.

Antimonchlorür, Sb^2Cl^3 , wird erhalten, wenn 1 Th. *Antimon. crudum* mit 3 Th. Quecksilberchlorid erhitzt, oder wenn 1 Th. trocknen schwefelsauren Antimonoxyds mit 2 Th. Kochsalz geglüht wird; es ist bei gewöhnlicher Temperatur weich, butterartig (*Butyrum Antimonii*), kann nur schwierig in vierseitigen Säulen krystallisirt erhalten werden, schmilzt bei 100° , siedet bei 180° , raucht etwas an feuchter Luft, zerfliesst an der Atmosphäre, wird aber dabei milchig, giebt bei Verdünnung mit Wasser einen weissen Niederschlag von

Antimonoxychlorür, *Pulvis Algarothi*, $\text{Sb}^2\text{Cl}^3 + \text{Sb}^2\text{O}^3 + 3\text{H}\text{O}$; derselbe erscheint in kleinen Schuppen als oder weisses Pulver.

Das Antimon geht noch mit Chlor den beiden Säuren analoge Verbindungen ein, die durch Auflösen der entsprechenden Säure in Salzsäure erhalten werden, und sich von dem Chlorür nur dadurch unterscheiden, dass sie durch Wasser in Salzsäure und die entsprechende Säure des Antimons zersetzt werden.

Antimonsulphuret, Sb^2S^3 , findet sich natürlich als *Grauspiessglanzerz* in rhombischen Oktaëdern oder in Nadeln krystallisirt, häufig auch mit andern Schwefel-

metallen verbunden vor; chemisch rein erhält man es durch Zusammenschmelzen von 13 Th. reiner Antimonsäure mit 5 Th. Schwefel; es ist strahlig krystallinisch, bleigrau, metallglänzend, giebt beim Reiben ein rothbraunes Pulver, ist luftbeständig, schwerer schmelzbar als reines Metall, destillirbar, löst sich in Salzsäure, so wie auch in einer kochenden concentrirten Lösung von kohlsaurem Kali, und setzt sich beim Erkalten daraus als rothbraunes Pulver ab.

Amorphes Antimonsulphuret, *oxydfreies Kermes*, erhält man, indem gleiche Theile pulverisirten schwarzen Schwefelantimons und Aetzkali mit 15 Th. Wasser eine halbe Stunde lang gekocht, dann filtrirt, mit 50 Th. Wasser verdünnt, und mit verdünnter Schwefelsäure gekocht werden; es ist ein rothbraunes Pulver, enthält Wasser, verliert dieses bei 100°, löst sich in kalter Kalilauge, oxydirt sich leicht an der Luft.

Das *officinelle Kermes* ist nicht eine rein chemische Verbindung, sondern ein Gemeng von Antimonoxysulphuret, Antimonoxydnatron und Schwefelantimon; man stellte es bisher gewöhnlich auf folgende Weise dar: 4 Th. pulverisirten schwarzen Schwefelantimons wurden mit 1 Th. trocknen kohlsauren Natrons zusammengeschmolzen; die ausgegossene, erstarrte und pulverisirte Masse in eine kochende Lösung von 2 Th. kohlsaurem Natron in 16 Th. Wasser eingetragen und in einem offenen Gefässe gekocht, und dann heiss filtrirt; aus der erkaltenden Flüssigkeit setzte sich dann das Präparat ab, welches aber je nach der Dauer des Schmelzens und des Kochens obenerwähnte Bestandtheile in veränderlichen Verhältnissen enthält. Um ein constantes Verhältniss in den Bestandtheilen des officinellen Kermes zu erhalten, hat man vorgeschlagen, 167 Th. Brechweinstein, in Wasser gelöst, durch Schwefelwasserstoff zu fällen, den ausgewaschenen Niederschlag mit 1920 Th. Wasser wohl umzuschütteln, und dann eine Lösung von 75 Th. Brechweinstein und von 75 Th. trocknen kohlsauren Natrons hinzuzufügen und öfter umzuschütteln; auf letztre Weise dargestellt ist es ein rothbräunliches Pulver, ohne Spur von krystallinischen Theilchen, löst sich in concentrirter Salzsäure vollkommen auf, Aetzkali hinterlässt gelbe Flocken; Weinsäure löst beim Kochen Oxyd auf.

Viele halten den Oxydgehalt im Kermes für unwesentlich, einige halten das Kermes für identisch mit dem in der Natur vorkommenden Oxysulphuret, dem *Rothspießglanzerz*, $\text{Sb}^2\text{O}^3 + 2\text{Sb}^2\text{S}^3$, welches letztere in deutlichen Nadeln krystallisirt. Dieser Verbindung dürfte mehr entsprechen der *Spiessglanzsafran*, *Crocus Antimonii*, welcher durch Verpuffen von gleichen Theilen schwarzen Schwefelantimon und Salpeter, und Auslaugen der erkalteten Masse dargestellt wird; es ist dieselbe gelbe Verbindung, welche bei Behandlung des officinellen Kermes mit Aetzkali ungelöst bleibt. Der Spiessglanzsafran ist meist dunkelbraungelb, und schmilzt beim Erhitzen zu einem dunkeln Glase.

Spiessglangzglas, ein obsoletes Präparat, wurde durch Zusammenschmelzen der Spiessglanzäsche mit etwas schwarzem Schwefelantimon erhalten; es stellt ein dunkelrothbraunes Glas dar, welches meist aus 98 Th. Oxyd und 2 Th. Sulphuret besteht.

Spiessglangzleber wird durch Zusammenschmelzen von kohlensaurem Natron oder Kali mit dem Sulphuret erhalten; sie bildet eine dunkelbraune Masse, die an der Luft feucht wird, nach faulen Eiern riecht, alkalisch reagirt, und sich in kochendem Wasser zum grossen Theil auflöst. Durch Fällung von antimöniger Säure mit Schwefelwasserstoff entsteht eine der antimönigen Säure analoge Verbindung von Schwefel und Antimon, welche beim Erhitzen Schwefel abgebend, sich in das Sulphuret verwandelt, und beim Auflösen in Salzsäure, ausser Schwefelwasserstoff, Schwefel abscheidet.

Antimonpersulphid, *Sulphur Antimonii auratum*, *Antimonium sulphuratum aurantiacum*, Sb^2S^5 , wird erhalten durch Präcipitation einer Lösung des Schlippe'schen Salzes mit verdünnter Schwefelsäure, oder durch Kochen einer Spiessglangzleberlösung mit überschüssigem Schwefel und Fällen der filtrirten Flüssigkeit mit verdünnter Schwefelsäure; es ist ein lebhaft orangegelbes Pulver, verbrennt an der Luft erhitzt mit blauer Flamme; für sich erhitzt, wird es in Schwefel und Antimonsulphuret zersetzt, ist in Wasser unlöslich, löst sich in Salzsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel, wird von ätzenden Alkalien vollständig aufgelöst, verbindet sich mit Schwefelbasen zu Salzen, bildet z. B. mit einfach Schwefelnatrium eine krystallisirbare Ver-

bindung, das sogenannte *Schlippe'sche Salz*, $\text{NaS} + \text{Sb}^2\text{S}^5$; dieses erhält man durch Auflösen von 6 Th. *Antimonium crudum* und 3 Th. Schwefel in Aetznatron oder Schwefelnatrium; beim Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit im sauerstofffreien Raume scheidet sich dieses Salz, mit 12 At. Wasser verbunden, in farblosen Tetraëdern aus; es ist ohne Reaction, beschlägt in kohlensäurehaltiger Luft mit einem kermesbraunen Ueberzug.

Eine ähnliche Verbindung ist die *Calcaria sulphurato-stibiata*, welche durch Glühen von 3 Th. schwarzem Schwefelantimon, 4 Th. Schwefel und 16 Th. Kalk erhalten wird; sie ist ein weissgelbliches Pulver, welches nach faulen Eiern riecht, und sich in Wasser unter Zurücklassung von Spiessglanzsafran auflöst.

Arsenantimon, Sb^2As^3 , findet sich in der Natur, ist künstlich dargestellt, hart, spröd, leicht schmelzbar.

Antimonsilber, Ag^6Sb , findet sich in der Natur in geraden rhombischen Säulen krystallisirt, ist zinnweiss, feinkörnig, spröde.

Mit Eisen, Blei, Zinn, Wismuth, Kupfer, Quecksilber lässt sich das Antimon in jedem Verhältnisse zusammenschmelzen.

Salze.

Doppelt antimonsaures Kali, K^2Sb^2 , wird durch Zusammenschmelzen von 1 Th. Antimon mit 6 Th. Salpeter, Auslaugen und Auskochen mit reinem Wasser erhalten; es ist ein weisses Pulver, löst sich schwer in Säuren, schmilzt in der Weissglühhitze.

Schmilzt man anstatt des metallischen Antimons Antimonsulphuret mit 6 Th. Salpeter zusammen, und verfährt wie oben, so erhält man ein Gemeng von antimonsaurem und antimouigsaurem Kali, dem ehemals officinellen *Antimonium diaphoreticum ablutum*.

Tellur. Te.

Dieses Metall findet sich in der Natur an Blei, Wismuth, Silber oder Gold gebunden; man bereitet es aus

dem *Tellurwismuth* durch Glühen mit kohlsaurem Kali und Oel; digerirt man die erkaltete Masse mit luftfreiem Wasser, so löst sich Tellurkalium auf; aus dieser Lösung scheidet sich, wenn Luft hinein geleitet wird, das Tellur aus. Ist Tellur aus irgend einem andern Erze in salzsaurer Lösung erhalten worden, so schlägt man es am besten durch schweflige Säure oder ein schwefligsaures Alkali nieder; durch Destillation im sauerstofffreien Raume wird es gereinigt.

Das Tellur ist silberweiss, metallglänzend, leicht in Nadeln und Rhomboëdern krystallisirbar, von blättrigem Gefüge, spröde, pulverisirbar, spec. Gew. 6,24, leitet Electricität schlecht, schmilzt fast so leicht wie Antimon; verflüchtigt sich bei höhern Temperaturen in gelben Dämpfen; in der Luft entzündet es sich beim Erhitzen, und verbrennt mit blauer, an den Kanten grüner, Flamme, meist wegen Selengehalt Rettiggeruch verbreitend; löst sich in concentrirter Schwefelsäure ohne Oxydation mit Purpurfarbe auf; von Salpetersäure wird es leicht oxydirt.

O x y d e.

Tellurige Säure, Telluroxyd, TeO_2 , kann in 2 Modificationen erhalten werden; löst man Tellur in Salpetersäure auf, lässt die Flüssigkeit längere Zeit stehen, oder kocht sie, so scheidet sich *a* tellurige Säure in kleinen Oktaëdern aus; diese wird beim Erhitzen vorübergehend citronengelb, schmilzt in der Glühhitze und verdampft schwierig, löst sich wenig in Wasser, röthet Lackmus kaum; in Säuren, in Aetzammoniak und kohlsauren Alkalien ist sie wenig löslich, leicht in Aetzkali. Die *b* tellurige Säure scheidet sich in Flocken aus, wenn eine frisch bereitete Lösung von Tellur in Salpetersäure in viel Wasser geschüttet wird; diese röthet Lackmus, löst sich etwas in Wasser und in Säuren; bis 40° erhitzt geht sie in *a* tellurige Säure über; sie verbindet sich mit Säuren und mit Basen zu Salzen.

Der Löthrohrflamme ertheilen die Salze eine schön grüne Farbe, und geben zugleich einen weissen Beschlag auf der Kohle; in Salzsäure lösen sie sich mit gelber Farbe; durch schweflige Säure wird aus dieser Lösung das Tel-

lur als schwarzes Metallpulver gefällt, so auch durch Eisen und Zink.

Durch Schwefelwasserstoff entsteht ein brauner, in Schwefellebern löslicher, Niederschlag; sämtliche Alkalien geben weisse, im Ueberschuss lösliche, Niederschläge.

Tellursäure, TeO_3 , bildet sich durch Schmelzen von telluriger Säure mit Salpeter, oder wenn in eine Lösung von telluriger Säure in Aetzkali Chlor geleitet wird; sie krystallisirt in sechsseitigen Prismen mit 3 At. Wasser; hiervon verliert sie bei 100° 2 Atome, bei stärkerer Hitze auch das dritte, und bleibt als citronengelbes Pulver zurück, schmeckt nicht sauer, mehr metallisch, röthet Lackmus, löst sich langsam in Wasser auf. Die gelbe Masse, *a* Tellursäure, ist in Wasser, Säuren und Alkalien unlöslich, beim Glühen verliert sie 1 At. Sauerstoff.

Beide Modificationen bilden mit Basen eigne Salze; beim Glühen entwickeln sie Sauerstoff, mit Barytsalzen geben sie weisse, in Säuren lösliche, Niederschläge; mit Salzsäure gekocht, entwickeln sie Chlor; die *b* tellursauren Salze sind farblos, die *a* tellursauren gelb.

Tellurwasserstoff, HTe , wird aus Tellurkalium durch Salzsäure entwickelt, ist ein farbloses, übelriechendes Gas, äusserst giftig, wird vom Wasser absorbirt, zersetzt sich an der Luft und im Wasser, röthet Lackmus, verbrennt mit bläulicher Flamme. Mit Chlor und mit Schwefel geht das Tellur seinen Oxyden analog zusammengesetzte Verbindungen ein; nur Tellurchlorid, TeCl_3 , existirt nicht.

Titan. Ti.

Das Titan findet sich nur oxydirt vor im *Rutil* und *Titaneisen*, zuweilen hat man es gediegen als Kunstproduct in Hohöfen, wo titanhaltige Eisenerze ausgeschmolzen werden, in rothen Würfeln krystallisirt gefunden; man stellt es am besten dadurch dar, dass Chlortitanammoniak in einer Atmosphäre von Ammoniak geglüht wird.

Das Titan ist kupferroth, stark glänzend, in dünnen Blättchen grün durchscheinend, ritzt Stahl und Achat, spec. Gew. 5,3, leitet Electricität gut, äusserst strengflüssig;

nur das pulverförmige frisch bereitete wird von Königswasser angegriffen.

Titanoxyd, TiO , schwarzes Pulver, soll im *Anatas* enthalten sein.

Titansäure, TiO^2 , findet sich im *Rutil* in rechtwinkligen vierseitigen Prismen von rother Farbe oder in quadratischen Oktaëdern von gelber oder blauer Farbe. Rein bereitet man sie, wenn Rutil mit kohlensaurem Kali zusammengeschmolzen, in Salzsäure aufgelöst und durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt wird; den Niederschlag behandelt man mit Wasser und schwefliger Säure, welche Schwefeleisen auflöst, Titansäure zurücklässt. Sie bildet dann ein weisses Pulver, wird beim Erhitzen vorübergehend gelb, ist unschmelzbar, feuerbeständig; das Hydrat röthet Lackmus und löst sich in Säuren auf, die geglühte Titansäure nicht; durch Glühen mit kohlensauren Alkalien kann letztere wieder löslich gemacht werden.

Alle titansauren Salze sind in Wasser unlöslich, lösen sich aber in Salzsäure auf.

Aus dieser Lösung wird die Titansäure durch Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arsensäure und Oxalsäure, so wie auch durch Kochen gefällt; Zink, Zinn, Eisen bewirken in denselben Lösungen eine blaue Färbung und einen blauen Niederschlag (TiTi?). Vor dem Löthrohre giebt die Titansäure mit Borax ein weisses, sich bei längerem Erhitzen gelb färbendes, Glas, mit Phosphorsalz in der innern Flamme eine violette, mit Soda eine gelbe, beim Erkalten weissgrau werdende Perle.

Titanchlorid, TiCl^2 , aus Titansäure, Kohlenpulver und Chlorgas durch Glühen bereitet, ist eine farblose, sehr rauchende, mit Wasser sich erhitzende und darin lösliche, Flüssigkeit.

Tantal. Ta.

Dieses Metall findet sich in seltnern Fossilien als Tantsäure an Basen gebunden vor; man erhält es durch Glühen von Fluortantalkalium mit Kalium.

Das Tantal ist ein schwarzes Pulver, wird durch den Polirstahl glänzend stahlgrau; nur im compacten Zustande leitet es die Electricität, ist unschmelzbar; als Pulver an

der Luft erhitzt, verglimmt es; wird nur in Flusssäure gelöst und durch Schmelzen mit Aetzkali oxydirt.

Tantaloxyd, TaO , ist eine dunkelgraue, poröse Masse, die Stahl ritzt und unlöslich ist.

Tantalsäure, Ta^2O^3 , wird meist aus den Fossilien durch Schmelzen derselben mit doppelt schwefelsaurem Kali und Ausziehen der geschmolzenen Masse mit Wasser erhalten; sie bildet ein weisses Pulver, welches Lackmus röthet, beim Erhitzen eine Feuererscheinung zeigt, und dabei das Hydratwasser und die saure Reaction verliert; sie ist unschmelzbar, feuerbeständig, löst sich in concentrirter Schwefelsäure, wird aber durch Wasser daraus wieder niedergeschlagen; in ätzenden Alkalien ist sie auflöslich, so wie auch in saurem oxalsauren Kali.

Mit Borax oder Phosphorsalz vor dem Löthrobre zusammengeschmolzen, giebt sie klare Gläser, welche nach dem Erkalten emailweiss werden. Die tantalsauren Salze sind in Wasser unlöslich, ausser den tantalsauren Alkalien.

Tantalchlorid, Ta^2Cl^3 , ist ein weisses, mehliges Pulver, welches sich in der Hitze verflüchtigt und durch Wasser zersetzt wird.

Wolfram. Scheel. W.

Dieses Metall findet sich vorzüglich an Eisen und Mangan gebunden im *Wolfram*; durch Reduction der Säure mit Kohle oder Wasserstoff erhalten, bildet es ein stahlgraues Pulver; zusammenhängend ist es von Eisenglanz, spec. Gew. 17,4, sehr hart und spröde, äusserst streng flüsig, von krystallinischem Bruch, verglimmt beim Glühen an der Luft.

Wolframoxyd, WO^2 , wird durch Glühen von wolframsaurem Kali mit Salmiak erhalten, stellt ein braunes Pulver dar; durch Reduction krystallisirter Wolframsäure mit Wasserstoff bereitet, bildet es kupferrothe, metallglänzende Krystalle. Durch Reduction der Wolframsäure mit Zink und Salzsäure dargestellt, bildet es ein sich leicht wieder höher oxydirendes Hydrat; es vereinigt sich nicht mit Säuren zu Salzen, giebt aber mit Natron eine krystallinische, gelbe Verbindung.

Wolframsäure, WO^3 , wird durch Rösten von Schwefelwolfram erhalten, ist ein blassorange gelbes Pulver, wird beim Erhitzen und an der Sonne vorübergehend grün, ist unschmelzbar, feuerbeständig, unlöslich in Wasser, löslich in ätzenden Alkalien, daraus durch Säuren fällbar; die wolframsauren Erden und Metalloxyde sind unlöslich.

Setzt man zur Lösung eines wolframsauren Alkalis Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Salzsäure, so bildet sich ein hellbräunlicher Niederschlag von Schwefelwolfram (WS^3). Uebersättigt man die Lösung eines wolframsauren Alkalis mit Salzsäure, und stellt eine Zinkstange in die Flüssigkeit, so entsteht eine schön blaue Färbung ($\ddot{\text{W}}\ddot{\text{W}}$). Vor dem Löthrohre mit Phosphorsalz zusammengeschmolzen giebt sie in der äussern Flamme ein gelbes, in der innern ein blaues Glas, Borax giebt dagegen nur ein gelbes Glas, das bei Gegenwart von Eisen blutroth wird.

Das **Wolframchlorür**, WCl^2 , bildet dunkelrothe, sublimirbare Nadeln.

Das **Wolframoxychlorid**, **Wolframsuperchlorid**, $\ddot{\text{W}}^2 + \text{WCl}^3$, durch Erhitzen des Oxyds in Chlorgas erhalten, bildet weisse, sublimirbare Schuppen.

Molybdaen. Mo.

Dieses Metall findet sich an Schwefel gebunden im *Wasserblei* oder als molybdänsaures Bleioxyd im *Gelbbleierz*; es wird aus seinen Oxyden durch Wasserstoff und Kohle leicht reducirt; man erhält es entweder als aschgraues Pulver oder als silberglänzendes Metall, das hart, spröde und strengflüssig ist, spec. Gew. 8,6; es oxydirt sich beim Glühen an der Luft, löst sich in concentrirten Säuren, nicht aber in Salzsäure und Flusssäure.

Molybdänoxydul, MoO , bildet sich durch Reduction eines molybdänsauren Salzes mit Zink und Salzsäure oder mit Kaliumamalgam; es ist schwarz, geräth beim Erhitzen im sauerstoffleeren Raume in lebhaftes Glühen und wird zu einer pechschwarzen Masse; an der Luft verwandelt es sich schnell in Oxyd, erhitzt in Molybdänsäure; in Säuren löst es sich schwer und giebt damit schwarze undurchsichtige Lösungen.

Letztere geben mit Schwefelwasserstoff einen schwarzen, in Schwefellebern löslichen, Niederschlag, mit Kaliumeisencyanür einen rothbraunen, mit den Alkalien braunschwarze, permanente Niederschläge. Vor dem Löthrobre liefern diese Salze mit Borax in der innern Flamme eine braunrothe, mit Phosphorsalz eine grüne Perle.

Molybdänoxyd, Mo O^2 , wird durch Glühen von molybdänsaurem Natron mit Salmiak bereitet; es ist ein dunkelbraunes Pulver, in Säuren unlöslich; das Hydrat erhält man durch Fällen einer Auflösung von Molybdänsäure in Salzsäure durch Kupfer; dieses ist rostfarben, löst sich in Wasser etwas auf, röthet Lackmus, färbt sich an der Luft grün und blau, verbindet sich nicht mit Basen, giebt mit Säuren Salze, die trocken schwarz, feucht roth sind und rostfarbene Lösungen geben.

Durch Alkalien werden die Salze rostfarben gefällt, übrigens verhalten sie sich gleich den Oxydulsalzen.

Molybdänsäure, Mo O^3 , wird gebildet durch Rösten des Schwefelmolybdäns, Glühen des molybdänsauren Ammoniaks, oder durch Behandlung des Oxyds mit Salpetersäure; sie besteht aus kleinen glänzenden Schuppen, schmilzt beim Erhitzen zu einer dunkelgelben Flüssigkeit, und sublimirt sich in weissen, glänzenden Blättchen und Nadeln, röthet Lackmus, löst sich etwas in Wasser, ist im ungeglühten Zustande in Säuren löslich, und bildet damit Doppelsäuren von gelber Farbe.

Mit Alkalien giebt die Molybdänsäure lösliche Salze, aus welchen sie durch stärkere Säuren gefällt, im Ueberschuss derselben aber wieder aufgelöst wird.

Die sauren Lösungen der Molybdänsäure werden durch Zink blau, grün und endlich braunschwarz gefärbt; setzt man den letzteren Niederschlag zu einem molybdänsauren Salze, so erhält man eine schön blaue Flüssigkeit, welche molybdänsaures Molybdänoxyd, Mo M^4 , enthält.

Molybdänchlorür, Mo Cl^2 , bildet schwarzgraue, metallglänzende Krystalle, die beim Erhitzen ein dunkelrothes Gas bilden, zerfliesslich.

Molybdänoxychlorid, Molybdänhyperchlorid, $\text{Mo Cl}^3 + 2 \text{Mo O}^3$, bildet weisse, unschmelzbare, aber sublimirbare Krystallschuppen, die in Wasser und Alkohol löslich sind.

Vanadin. V.

Dieses Metall findet sich in geringer Menge in einigen Eisenerzen und im *Rothbleierz von Ximapan*; es wird durch Erhitzen von Chlorvanadinammoniak in Ammoniakgas erhalten.

Das Vanadin ist ein glänzendes, fast silberweisses Pulver, leitet Electricität gut, ist unschmelzbar, entzündet sich bei gelindem Glühen, löst sich in Salpetersäure mit blauer Farbe auf, ist in Schwefelsäure, Salzsäure und Flusssäure unlöslich.

Vanadinhypoxyd, VO , wird durch Reduction der Säure mit Wasserstoff in der Glühhitze bereitet; es ist schwarz, pulverförmig, unschmelzbar, verglimmt beim Erhitzen an der Luft; wird bei Ausschluss der Luft weder in Säuren noch von Alkalien aufgelöst.

Vanadinoxyd, VO^2 ; glüht man 10 Th. Hypoxyd und 12 Th. Säure, so erhält man es als schwarzes Pulver; durch Präcipitation bildet es ein grauweisses Hydrat, welches an der Luft braun und grün wird, löst sich in Säuren mit blauer Farbe auf.

Die wasserfreien Salze sind braun; durch Schwefelwasserstoff werden sie aus ihren Lösungen nicht gefällt, durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak braun, im Ueberschuss mit dunkelpurpurother Farbe löslich; mit Alkalien geben sie weissgraue Niederschläge, durch Zink werden sie nicht reducirt. Dieses Oxyd verbindet sich auch mit stärkern Basen.

Vanadinsäure, VO^3 , wird durch Glühen von vanadinsaurem Ammoniak erhalten; sie ist ein ziegelrothes Pulver, schmelzbar, feuerbeständig, röthet Lackmus, löst sich nur wenig in Wasser, wird durch salpetrige Säure, Alkohol, Zucker und andre organische Substanzen zu Oxyd reducirt, löst sich in Säuren und bildet damit salzähnliche Verbindungen; mit Basen bildet sie rothe und gelbe Salze, deren Lösungen sich beim Kochen unter Abscheidung eines braunrothen basischen Salzes trüben.

Vor dem Löthrohre giebt die Vanadinsäure mit Phosphorsalz so wie mit Borax ein braunes Glas, das beim Erkalten grün wird.

Mit dem Oxyd verbindet sich diese Säure in mehreren Verhältnissen zu Körpern verschiedener Farbe.

Mit Chlor bildet das Vanadin ein Chlorür, VCl^2 , und ein Chlorid, VCl^3 .

Chrom. Cr.

Das Chrom findet sich vorzüglich in *Chromeisenstein* und *Rothbleierz*; es wird theils durch Reduction des Oxyds mit Kohle theils durch Behandlung des Chlorürs mit Ammoniak erhalten; es bildet entweder eine grauweiße, glänzende, spröde Masse, spec. Gew. 5,9, oder ein dunkelbraunes Pulver; es ist äusserst strengflüssig, wird nur in der Glühhitze oxydirt, ist nur in Flusssäure löslich, wird auf trockenem Wege durch Salpeter oxydirt.

O x y d e.

Chromoxyd, Cr^2O^3 , findet sich natürlich als *Chromocker*, wird durch Glühen von doppelt chromsaurem Kali mit Salmiak und kohlensaurem Kali erhalten; es ist ein grünes Pulver, unschmelzbar, feuerbeständig; das Hydrat entsteht durch Fällung eines Chromoxydsalzes mit Kali, oder durch Vermischung einer kochenden Lösung von chromsaurem Kali mit Fünffachschwefelkalium; es ist graugrün, verliert bei gelindem Erwärmen das Wasser, und wird dunkelgrün, ist in Säuren leicht löslich, bei stärkerm Erhitzen zeigt es eine Feuererscheinung, und ist darnach in Säuren unlöslich.

Die Chromoxydsalze sind von grüner Farbe, zersetzen sich beim Glühen; die in Wasser löslichen röthen Lackmus; Schwefelwasserstoff bewirkt keinen Niederschlag, Schwefelwasserstoff-Ammoniak einen grünlichen Chromoxydhydrat; mit Alkalien geben sie grüne Niederschläge, die sich im Ueberschuss auflösen, aber durch Kochen wieder zum Vorschein kommen. Vor dem Löthrohre ertheilen sie den Flüssen eine smaragdgrüne Farbe.

Chromsäure, CrO^3 , erhält man aus chromsaurem Kali durch Fällung mit Kieselflusssäure; die Flüssigkeit, in Platingefässen abgedampft, liefert zinnoberrothe Krystalle oder ein braunrothes Pulver; dieses ist zerfliesslich, färbt die Haut und andre organische Substanzen gelb, löst sich leicht in Wasser und Alkohol; giebt beim Erhitzen

unter Feuererscheinung Sauerstoff aus, wird durch Wasserstoffsäuren, schweflige Säure, Alkohol, Zucker und andre organische Substanzen leicht zu Oxyd reducirt.

Die Chromsäure giebt mit Basen rothe und gelbe Salze; nur die chromsauren Alkalien sind in Wasser löslich; mit Salzsäure gekocht entwickeln sie Chlor und geben grüne Lösungen; mit Kochsalz gemengt und mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, entwickeln sie rothe, stechende Dämpfe.

C h l o r i d e .

Chromchlorür, Cr^2Cl^3 , wird durch Erhitzen von Schwefelchrom in Chlorgas gewonnen, ist ein pfirsichblüth-rothes krystallinisches Sublimat, wird durch Erhitzen an der Luft zersetzt, löst sich in Wasser mit grüner Farbe.

Chromoxychlorid, Chromhyperchlorid, $\text{CrCl}^3 + 2\text{CrO}^3$; schmilzt man 10 Th. Kochsalz mit 17 Th. einfach chromsaurem Kali zusammen, und übergießt mit concentrirter Schwefelsäure, so destillirt es über, bildet eine blutrothe Flüssigkeit, ist schwerer als Wasser, entwickelt braungelbe Dämpfe, löst sich in Wasser unter Erhitzung, entzündet absoluten Alkohol; durch eine glühende Röhre geleitet, entwickelt es Chlor und Sauerstoff, und setzt krystallisirtes Chromoxyd ab.

S a l z e .

Schwefelsaures Chromoxyd-Kali, *Chromalaun*, $\text{K}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{C}}\text{r}\ddot{\text{S}}^3 + 24\text{H}$, setzt sich aus einer mit Schwefelsäure und Alkohol vermischten Lösung von chromsaurem Kali in dunkelpurpurrothen Oktaëdern ab, röthet Lackmus; die wässrige Lösung ist schmutzig violett, wird beim Erhitzen bis 80° grün, und kann dann keinen krystallisirten Alaun mehr absetzen.

Einfach chromsaures Kali, $\text{K}\ddot{\text{C}}\text{r}$, bildet sich beim Zusammenschmelzen von gemahltem Chromeisenstein ($\text{Fe}\ddot{\text{C}}\text{r}$) mit Salpeter; das Salz wird durch Wasser ausgezogen, und setzt sich beim Verdampfen in gelben, sechsseitigen Säulen ab, die kein Wasser enthalten, beim Erhitzen roth werden, Curcumäpigment bräunen, in Wasser, nicht in Alkohol löslich sind.

Doppelt chromsaures Kali, $\text{K} \ddot{\text{Cr}}^2$; versetzt man die Lösung des neutralen Salzes mit einer Säure, so setzt sich dieses Salz in schiefen, rechtwinkligen Säulen oder vierseitigen Tafeln ab; es enthält kein Wasser, ist von feuerrother Farbe, schmilzt leicht, verpufft mit Kohle erhitzt schwach, löst sich in Wasser, nicht in Alkohol.

Neutrales chromsaures Bleioxyd, $\text{Pb} \ddot{\text{Cr}}$, findet sich in der Natur als *Rothbleierz* in schiefen rhombischen Säulen von rother Farbe und sehr starkem Lichtbrechungsvermögen; künstlich aus chromsaurem Kali und essigsaurem Bleioxyd dargestellt, bildet es ein gelbes Pulver, (*Chromgelb*), welches durch starkes Glühen zu einem schwarzen, bräunlichen Pulver zusammensintert; von Kalilauge wird es ohne Farbe aufgelöst.

Basisch chromsaures Bleioxyd, $\text{Pb}^2 \ddot{\text{Cr}}$, wird durch Digestion des neutralen Salzes mit Bleioxyd oder mit Kali oder mit einfach chromsaurem Kali erhalten; es ist ein schön zinnoberrothes Pulver (*Chromroth*).

Chromsaures Quecksilberoxydul, $\text{Hg} \ddot{\text{Cr}}$, aus salpetersaurem Quecksilberoxydul und chromsaurem Kali dargestellt, ist ein dunkel pommeranzengelbes Pulver (*Chromroth*).

Organische Chemie.

Eigenschaften organischer Körper.

Organische Körper nennt man die chemischen Erzeugnisse der Lebenskraft. Während im Mineralreiche die Verschiedenheit der Producte leicht ihren Grund in der Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Elemente findet, lässt sich für die Unähnlichkeit organischer Körper nicht eine gleiche Ursache angeben; denn jene im thierischen und pflanzlichen Organismus gleich thätige Kraft, die Lebenskraft, hat aus einer höchst beschränkten Anzahl von Elementen eine unübersehbare Reihe einander höchst unähnlicher Körper geschaffen. Die meisten organischen Körper bestehen nemlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, viele, vorzüglich die thierischen, enthalten auch Stickstoff; nur wenige kennt man, in deren Zusammensetzung auch Schwefel und Phosphor eingehen.

Es ergiebt sich von selbst, dass Körper, die nur aus so wenigen Elementen bestehen, unter sich manche Aehnlichkeit, von den anorganischen Körpern aber manche Verschiedenheit darbieten müssen. Für den ersten Blick erschien es daher nicht schwer, eine Menge Unterschiede zwischen organischen und anorganischen Substanzen aufzufinden; allein auch hier machen wir die Erfahrung, dass die Natur sich nicht in die engen Schranken einschliessen lässt, die der menschliche Geist so gern ihr setzte.

Alle *Eigenschaften*, die man bisher den organischen Körpern als eigenthümlich zuschrieb, sind nach den neuern Fortschritten der Chemie für *unwesentlich*, für *zufäl-*

lig erkannt worden; wir kennen die Grenze nicht, wo das Gebiet der anorganischen Chemie aufhört, und das der organischen seinen Anfang nimmt. Stellt man die Repräsentanten beider Classen von Körpern neben einander, so findet man allerdings, dass sie sich meist in folgenden Stücken von einander unterscheiden.

Organische Körper werden durch höhere oder niedrigere Hitzegrade zersetzt und scheiden dabei Kohle aus, **verkohlen**.

Unter den gewöhnlichen Einflüssen der Atmosphäre zerlegen sie sich allmählig in neue Verbindungen ihrer Elemente, **gehen in Fäulniss über**.

In unsern Laboratorien können sie nicht aus ihren Elementen zusammengesetzt, **künstlich dargestellt**, werden.

Nur aus jenen Elementen bestehend, enthalten sie dieselben in sehr mannigfaltigen Verhältnissen, haben meist **hohe Atomgewichte**.

Endlich scheinen sie nicht nach dem Gesetze der Polarität, **nicht binär**, zusammengesetzt zu sein.

Alle diese Eigenschaften können indessen nach dem jetzigen Standpunkte der organischen Chemie nicht mehr als characterisirende Momente angesehen werden. Was zunächst die **Zersetzbarkeit organischer Körper in der Hitze** betrifft, so ist dieselbe durchaus nicht so allgemein, als man gewöhnlich annimmt; wie viele organische Körper verflüchtigen sich nicht in der Hitze? ja es giebt deren, die selbst durch glühende Röhren geführt, keinerlei Zersetzung erleiden.

Eben so wenig sind alle organischen Substanzen der **Fäulniss** fähig; die Mehrzahl der stickstofffreien organischen Körper geht für sich nicht in Fäulniss über; und ist es ein so grosser Unterschied, wenn Harnstoff sich in Kohlensäure und Ammoniak, und wenn Wasserstoffhyperoxyd in Wasser und Sauerstoff, Silberchlorid in Chlorür und Salzsäure, Mangansäure in Uebermangansäure und Hyperoxydhydrat sich zersetzen? Es ist ein Schluss im Kreise, wenn man Fäulniss die spontane Zersetzung organischer Körper nennt, und dann wiederum behauptet, dass nur organische Körper der Fäulniss fähig seien. Organische Körper zersetzen sich nur deswegen leichter als anorganische, weil ihre Elemente meist nur durch eine ge-

ringere Verwandtschaft zusammengehalten werden, weil eben dieselben meist grosse Geneigtheit haben, in Gasform überzugehen, und weil sie alle sich leicht mit dem Sauerstoff der Luft verbinden.

Künstlich lassen sich allerdings nur sehr wenige organische Substanzen **darstellen** (Harnstoff, Oxalsäure), allein wie viel mineralische Körper, wie viel fossil vorkommende chemische Verbindungen sind auch noch nicht in unsern Laboratorien aus ihren Bestandtheilen erzeugt worden? Um Erze und Steine darzustellen, fehlt es uns an jenen Kräften, die der Natur zu Gebote standen, als sie Felsen und Berge aufthürmte; um das geheimnissvolle Wirken der Lebenskraft nachzuahmen, gehen uns ebensowohl die Mittel ab, die Atome jener Elemente zusammenzuhäufen, als es uns an Kräften fehlt, ihre Vereinigung vor der Einwirkung rein physischer Kräfte zu schützen und zu vertheidigen.

Die **Mannigfaltigkeit der Verbindungsverhältnisse** in der organischen Natur springt auf den ersten Blick in die Augen; allein gehen wir der Sache mehr auf den Grund, so finden wir diese Erscheinung den aus der anorganischen Chemie entlehnten Gesetzen der Stöchiometrie durchaus angemessen; je mehr Verwandtschaft zwei Körper zu einander haben, in desto einfacherem Verhältnisse verbinden sie sich, je schwächer dagegen die Verwandtschaft, desto mannigfacher werden die Verbindungsverhältnisse. Schwefelsäure verbindet sich mit Baryt nur in einem Verhältnisse; wie mannigfaltig sind dagegen die Verhältnisse, in denen wir in der Natur Kieselsäure mit den Erden verbunden vorfinden? Ist es darum zu verwundern; wenn die Atome von Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff sich in so grosser Anzahl, in so vielfachen Proportionen zusammenlagern?

Es ist aus der anorganischen Chemie bekannt, wie das Abtreten oder Hinzukommen eines einzigen Atoms so ganz verschiedene Eigenschaften in einem einfach zusammengesetzten Körper bedingen kann; darum kann es nicht so sehr auffallen, wenn in der organischen Zusammensetzung, wo überhaupt die Atome sich so leicht anders zu gruppiren pflegen (Isomerie), ein Plus oder ein Minus eines Atoms solche Veränderungen hervorbringen kann.

Geistreichen Forschern ist es indess neuerdings gelungen, Körper aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff darzustellen, die ein sehr hohes Atomgewicht haben, und, ohne selbst in der organischen Natur sich vorzufinden, fast alle Eigenschaften organischer Körper in sich vereinigen (Melamverbindungen). Es gab lange Zeit in den ganzen Naturwissenschaften keine so unfruchtbare, jede weitere Forschung abschneidende, so geistertödtende Hypothese, als die, dass die organischen Körper aus ihrer grossen Anzahl von Elementaratomen unmittelbar zusammengesetzt seien, dass es ternäre, quaternäre, ja quinäre Verbindungen gebe, dass organische Körper keine nähern Bestandtheile als jene wenigen Elemente enthielten. Das hemmende Blei dieser nichtigen Hypothese konnte nur kurze Zeit den Geist der Forschung von seiner Höhe herabdrücken, und die Forscher selbst im Dunkeln erhalten über Isomerie, über die Ursachen der Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit organischer Körper, über ihre Zersetzungsproducte und über alles, was neuerdings in der organischen Chemie Grossartiges entdeckt worden ist.

Die neuere Chemie hat es sich zum besondern Zweck gemacht, auch in organischen Körpern nähere Bestandtheile aufzusuchen, und die bisher als organische Elemente angenommenen Körper als zusammengesetzt, wenn nicht aus binären, doch aus sehr einfachen Verbindungen jener Elemente darzustellen. Den Beweis hierfür zu führen, ist ihr schon durch eine grosse Menge von Untersuchungen gelungen; man hat bereits manche in organischen Körpern verborgene nähere Bestandtheile mit dem Namen *organischer Radicale* belegt. Das Studium der Radicale ist noch in seiner Kindheit, allein schon hat es sprechen gelernt.

Man versteht bis jetzt unter einem *organischen Radicale* einen zusammengesetzten Körper, welcher, den anorganischen Radicalen oder Elementen ähnlich, einen integrierenden Bestandtheil einer Reihe von Verbindungen ausmacht, und sich meist durch anorganische Elemente ersetzen lässt, oder dieselben ersetzen kann. Da viele Radicale selbst sehr leicht zersetzbar sind, oder sich gar nicht isolirt darstellen lassen, so kann man sie entweder nur schwierig durch Zersetzung organischer Körper ausschei-

den, oder aus ihren Zersetzungsproducten errathen; diess ist auch der Grund, warum bei dieser Uebersicht der organischen Chemie die Beschreibung der Radicale (auch des Cyans) erst der Betrachtung der organischen Körper folgt; erst aus ihrer Kenntniss wird eine genauere Würdigung organischer Verbindungsverhältnisse hervorgehen.

Analyse organischer Körper.

Rücksichtlich der qualitativen Analyse organischer Substanzen muss man einen ganz andern Weg einschlagen als den, welchen man gewöhnlich zur Untersuchung anorganischer Körper betritt. Man hat hier nicht eine so bestimmte Reihe von Reagentien, nach deren Anwendung man auf die Natur des Körpers mit so viel Gewissheit schliessen kann. Jene Reagentien können hier nicht mit Vortheil angewendet werden, da man es in der organischen Chemie seltner mit Säuren und Basen, als mit indifferenten Körpern zu thun hat, ja ihre Anwendung muss sogar vermieden werden, da sie die Umwandlung der leicht zersetzbaren, organischen Substanzen nur beschleunigen und sie somit unkenntlich machen würden. Daher müssen bei organischen Analysen alle stärker wirkenden Agentien, Säuren und Alkalien, und insbesondere eine höhere Temperatur möglichst entfernt gehalten werden.

Einer der wichtigsten Unterschiede zwischen der Untersuchung organischer Gemenge (wie sie häufig bei gerichtlichen Untersuchungen vorkommen) und mineralischer Körper dürfte darin bestehen, dass man bei den ersteren die einzeln zu entdeckenden Substanzen erst ausscheiden und darstellen muss, ehe man sie einer genauern Analyse unterwerfen kann. So paradox diess scheinen mag, so kann man doch kaum auf einem andern, kürzeren Wege zum Ziele gelangen, als dem, dass man durch Anwendung mehrerer höchst indifferenter Lösungsmittel das organische Gemeng in einzelne Theile zerlegt. Man bedient sich zu dem Zwecke besonders des Wassers, des Alkohols von verschiedener Stärke, des Aethers und ähnlicher Mittel in verschiedenen Quantitäten, und erhält auf diese Weise verschiedene wässrige, alkoholische und ätherische Auszüge, aus welchen man meist die einzelnen organischen Substan-

zen durch Krystallisiren, Destilliren, Sublimiren zu erhalten vermag.

Erst nachdem der organische Körper isolirt ausgeschieden worden ist, kann man ihn an seinen physischen Eigenschaften, an seinem Verhalten zu Säuren, Alkalien, Erd- und Metallsalzen und bei verschiedenen Temperaturen erkennen.

Da aber die organischen Stoffe bei ihrer höchst ähnlichen Zusammensetzung sich oft rücksichtlich ihrer physischen so wie chemischen Eigenschaften und im Bezug auf ihre Zersetzungsproducte nur wenig unterscheiden, so bleibt das beste und sicherste Mittel, die Natur eines organischen Körpers zu erforschen, stets die *Elementaranalyse*.

Diese lehrt zunächst, in welchem Gewichtsverhältnisse die Elemente in einem organischen Körper enthalten sind; ihrem Wesen nach besteht sie in der Verbrennung der organischen Substanz und der Berechnung der Gewichtsmengen der Elemente aus ihren Verbrennungsproducten. Die Verbrennung selbst nimmt man nicht in gasigem Sauerstoff vor, sondern durch Erhitzen der fraglichen Substanz mit Kupferoxyd oder chromsaurem Bleioxyd. Zu dem Behufe mengt man die sorgfältig entwässerte, organische Substanz mit Kupferoxyd oder dem chromsauren Salze, bringt sie in eine an einem Ende geschlossene Glasröhre und erhitzt (meist durch allmähliges Hinzulegen von Kohlen); es entwickeln sich Wasserdämpfe und Kohlensäure; die erstern werden von Chlorcalcium, die letztern von concentrirter Kalilauge absorbirt, und ihre Quantität aus der Gewichtszunahme des Absorbens bestimmt; der Sauerstoffgehalt der organischen Substanz wird stets durch Rechnung gefunden.

Ist der Körper stickstoffhaltig, so treibt man die im Apparate befindliche Luft zuerst durch (aus erhitztem, kohlensaurem Bleioxyd entwickelte) Kohlensäure aus, erhitzt dann erst die organische Substanz enthaltende Kupferoxyd, und fängt das vom Chlorcalcium nicht absorbirte Gas in einer graduirten Glasglocke über Quecksilber auf; man treibt dann nochmals durch Kohlensäure alle Luft aus dem Apparate; die in der Glasglocke befindliche Kohlensäure lässt man durch Aetzkali absorbiren, und berechnet den Stickstoffgehalt aus dem in der Glasglocke noch rückständigen Volumen Luft.

Den Schwefel- und Phosphorgehalt einer organischen Substanz bestimmt man meist auf nassem Wege durch Oxydation mittels Salpetersäure oder Königswasser und nachherige Ausfällung der gebildeten Säure.

Organische Säuren.

Da die meisten organischen Körper mit den stärkern Basen verbunden werden können, ohne deshalb den Mineralsäuren analog zu sein, so begreift man unter organischen Säuren nur diejenigen Körper organischen Ursprungs, welche mit den meisten Basen schwächerer und stärkerer Verwandtschaft Reihen von Salzen bilden, die denen der Mineralsäuren analog sind. Ausserdem haben die organischen Säuren wenig charakteristisches; die meisten derselben sind fest, krystallisirbar, nur wenige sind bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig, wie Essigsäure, Ameisensäure, Milchsäure; die meisten verkohlen in der Hitze; ohne Zersetzung lassen sich nur wenige verflüchtigen, wie Essigsäure, Ameisensäure, Bernsteinsäure; viele liefern bei der trocknen Destillation neue Säuren, sogenannte Brenzsäuren. Rücksichtlich ihrer Löslichkeit in Wasser und Alkohol sind sie sehr von einander verschieden, jedoch sind die meisten in Wasser und Alkohol auflöslich; unlöslich in beiden sind von den organischen Säuren nur Harnsäure und Schleimsäure, unlöslich in Wasser sind die nicht flüchtigen Fettsäuren. Die Salze der organischen Säuren werden sämmtlich beim Erhitzen zersetzt; ihre Alkalisalze sind meist in Wasser löslich, beim Verbrennen an der Luft hinterlassen sie sämmtlich kohlensaure Salze; die Löslichkeit ihrer Verbindungen mit Erden und Metalloxyden ist bei verschiedenen Säuren sehr verschieden. Fast nur lösliche Salze geben Essigsäure, Milchsäure, Ameisensäure, und die organischen Säuren, in deren Zusammensetzung Schwefelsäure eingegangen ist.

In den neutralen Salzen organischer Säuren verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 1 zu der Atomzahl des in der Säure enthaltenen Sauerstoffs.

Da dieses aus der anorganischen Chemie entlehnte Gesetz bei seiner Anwendung auf die Verbindungen organischer Säuren mancherlei Schwierigkeiten fand, ja



einige Beobachtungen und Erscheinungen ganz unerklärt liess, so stellte Liebig, um diese Inconcinuitäten zu beseitigen, eine ganz andre Ansicht über die Verbindungsverhältnisse organischer Säuren auf. Er fasst nemlich jene zuerst von Humphry Davy gehegte Meinung über die Constitution der wasserhaltigen Säuren wieder auf, dass jede Säure bei ihrer Vereinigung mit Basen ihr Wasser nicht verliere, sondern ihren Wasserstoff zur Reduction des Oxyds hergebe, das reducirte Metall sich aber unmittelbar mit der Säure verbinde, die jenen Sauerstoff des Wassers als integrirenden Bestandtheil enthalte. Hiernach sind alle wasserhaltigen Säuren Verbindungen zusammengesetzter Radicale mit Wasserstoff, und ihre Salze Verbindungen der jenes Wasserstoffs ledigen Säure mit dem Metalle.

Salpetersäure ist $= \text{NO}^6 + \text{H}$ und salpetersaures Kali $= \text{NO}^6 + \text{K}$; Schwefelsäure ist $= \text{SO}^4 + \text{H}$ und schwefelsaures Silberoxyd $= \text{SO}^4 + \text{Ag}$.

Es findet also bei der Vereinigung einer Säure mit einer Base nicht sowohl eine reine Ausscheidung von Wasser, als eine Wasserbildung statt. ($\text{BaO} + \text{H} \cdot \text{ClO}^6 = \text{HO} + \text{Ba} + \text{ClO}^6$).

Diese Ansicht Davy's festhaltend, nimmt Liebig an, dass die wasserhaltigen organischen Säuren Verbindungen sauerstoffhaltiger Radicale mit 1 2 oder 3 Aequivalenten Wasserstoffs seien, und dass dieser nicht zum Radical gehörige Wasserstoff bei dem Zusammentreffen der Säuren mit Sauerstoffbasen Wasser bilde, und nun durch das reducirte Metall vertreten werde. Die Sättigungscapacität einer Säure hängt demnach *nicht von ihrem Sauerstoffgehalte* und ebensowenig von dem Radical selbst ab, sondern nur von dem durch ein andres Element, nemlich ein Metall, *ersetzbaren Wasserstoff*. Daher nimmt die Sättigungscapacität einer Säure zu oder ab, je nachdem sich jener ausserhalb des Radicals befindlicher Wasserstoff vermehrt oder vermindert. Wenn dagegen die Bestandtheile des Radicals sich vermehren, jener Gehalt an ersetzbarem Wasserstoff sich aber gleich bleibt, so wird zwar das Atomgewicht der Säure sich verändern, ihre Sättigungscapacität aber stets dieselbe bleiben.

Dieser Ansicht zufolge theilt Liebig die organischen Säuren je nachdem sie 1 2 und 3 Atome ersetzbaren Was-

serstoffs enthalten in *einbasische, zweibasische und dreibasische Säuren*.

Die Weinsäure ist nach Liebig eine zweibasische Säure $= H^4 C^8 O^{10} + 2 HO$ oder $= H^4 C^8 O^{12} + 2 H$; die Citronensäure eine dreibasische $= H^5 C^{12} O^{14} + 3 H$; Cyansäure ist eine einbasische Säure $= Cy O + HO$ oder $Cy O^2 + H$, cyansaures Kali $= Cy O^2 + K$ (analog der Schwefelblausäure und dem Schwefelecyankalium $= Cy S^2 + H$ und $Cy S^2 + K$); Knallsäure ist eine zweibasische Säure $= Cy^2 O^2 + 2 HO$ oder $Cy^2 O^4 + 2 H$; knallsaures Silberoxydkali $= Cy^2 O^4 + (Ag + K)$; Cyanursäure eine dreibasische $= Cy^3 O^3 + 3 HO$ oder $Cy^3 O^6 + H^3$; cyanursaures Kali $= Cy^3 O^6 + (2 H + K)$; cyanursaures Silberoxyd mit 1 und 2 Atomen fixer Basis $= Cy^3 O^6 + (H + 2 Ag)$ und $Cy^3 O^6 + 3 Ag$.

Aus dem letztern Beispiele geht zugleich hervor, dass in einer mehrbasischen Säure nicht immer aller säurebildende Wasserstoff durch Metall oder alles Wasser durch eine fixe Basis vertreten werden muss; meist können nur durch ein leicht reducirtbares Metall alle 3 At. Wasserstoff ersetzt werden.

Obgleich diese Ansicht von mehreren der ausgezeichnetsten Chemiker unsrer Zeit angenommen worden ist, so haben wir doch, da dieselbe zur Zeit noch so mancherlei Widerspruch findet, im Verlaufe der Betrachtung der organischen Säuren die ältere Ansicht beibehalten.

Die organischen Säuren sind theils die Producte organischer Processe in Pflanzen und Thieren, theils erzeugen sie sich erst nach dem Absterben der Organismen durch Einwirkung der Atmosphäre; man zählt zu den organischen Säuren auch diejenigen, die sich erst durch chemische Operationen aus organischen Stoffen erzeugen; von den erstern kommen einige allgemeiner verbreitet in den Organismen vor, andre nur in einzelnen Theilen oder Familien derselben; viele findet man frei, andre an Basen des Mineralreichs oder Pflanzenreichs gebunden,

Essigsäure. *Ac. aceticum.* $\bar{A}$. $H^3 C^4 O^3$.

Diese Säure bildet sich hauptsächlich bei der sauren Gährung aus spirituösen Flüssigkeiten, bei der trocknen Destillation von Vegetabilien, bei der Behandlung ebender-

selben mit concentrirter Schwefelsäure, durch Oxydation des Alkohols an der Luft mittels fein vertheilten Platins.

Um reine Essigsäure zu erhalten, sättigt man die durch trockne Destillation des Holzes oder durch Gährung weingeisthaltiger Flüssigkeiten entstandenen Producte mit Basen, lässt die Salze krystallisiren, reinigt sie durch mässiges Erhitzen oder Behandlung mit Thierkohle, und destillirt von dem mit Schwefelsäure übergossenem Salze die Essigsäure ab.

Man kennt diese Säure nur in Verbindung mit Wasser; die concentrirte Essigsäure, *Alkohol aceti*, ist eine farblose Flüssigkeit, von scharf saurem Geschmack und stechendem Geruch; mit 1 At. Wasser = $14,9\%$ verbunden, bildet sie unter $+ 16^\circ$ eine blättrige Krystallmasse, hat ein spec. Gew. = 1,063, und siedet bei 114° ; mit 2 At. Wasser verbunden, ist ihr spec. Gew. = 1,078, ihr Kochpunkt 104° ; die concentrirte Säure raucht an der Luft, zieht Wasser an, lässt sich unzersetzt destilliren, und verbrennt, entzündet, mit blauer Flamme.

Die Essigsäure verbindet sich mit Basen zu auflöslichen, grösstentheils leicht krystallisirbaren Salzen; durch Glühen verlieren dieselben zum Theil Essigsäure; meist aber entwickeln sie eine ätherartige Flüssigkeit, *Essiggeist*; ein kohlen saures Salz bleibt zurück.

Man erkennt die Essigsäure in ihren Salzen an dem Geruche, den diese, mit Schwefelsäure übergossen, entwickeln, und an der Reaction gegen Quecksilberoxydul und Eisenoxydsalze; erstere scheiden aus den Lösungen essigsaurer Salze allmählig silberglänzende Schuppen aus, letztere färben die Flüssigkeit gelbroth.

Salze.

Essigsaures Kali, $\dot{\text{K}} \bar{\text{A}}$, *Terra foliata tartari*, wird durch Sättigen von destillirtem Essig mit kohlen saurem Kali, oder Zersetzen von essigsaurem Bleioxyd mit kohlen saurem oder schwefelsaurem Kali erhalten; es krystallisirt nur schwierig in farblosen Säulen oder Schuppen, zerfliesst sehr leicht an der Luft, schimmelt und zersetzt sich in kohlen saures Kali.

Essigsaures Natron, $\dot{\text{Na}} \bar{\text{A}}$, *Terra foliata tartari crystallisabilis*, durch Sättigen von Essig mit kohlen saurem Natron und öfteres Umkrystallisiren erhalten,

krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen mit 6 At. Wasser, verwittert in warmer Luft, löst sich in Wasser und Alkohol.

Essigsaures Ammoniak, $\text{H}^3\text{N}.\bar{\text{A}}.\dot{\text{H}}$; durch Sublimiren von essigsaurem Kali mit Salmiak erhält man es in fester Gestalt; flüssig (*Liquor Mindereri*) durch Neutralisiren von kohlsaurem Ammoniak mit concentrirtem Essig; es kann nur schwierig krystallisirt erhalten werden, ist von stechend salzigem Geschmack und obstähnlichem Geruch, verliert beim Abdampfen etwas Ammoniak.

Essigsaurer Baryt krystallisirt mit 1 At. Wasser in Prismen, verwittert bald.

Essigsaurer Kalk bildet seidenglänzende, leicht verwitternde Nadeln.

Essigsaure Talkerde ist zerfliesslich, nicht krystallisirbar, ebenso essigsaure Alaunerde, $\ddot{\text{Al}}\bar{\text{A}}^3$.

Essigsaures Eisenoxydul bildet blassgrüne, an der Luft verwitternde Säulen.

Essigsaures Eisenoxyd ist eine dunkelrothbraune Flüssigkeit, nicht krystallisirbar, röthet Lackmus.

Essigsaures Bleioxyd, neutrales, $\text{Pb}\bar{\text{A}}$, *Bleizucker*, *Saccharum Saturni*, wird aus kupferfreier Bleiglätte und destillirtem Essig, oder Bleiplatten und Essig dargestellt; es krystallisirt mit 3 At. Wasser in vier- und sechsseitigen Säulen, verwittert in trockner Luft, giebt Essigsäure aus und zieht Kohlensäure an; schmilzt leicht in seinem Krystallwasser, löst sich in Wasser und Alkohol.

Basisch essigsaures Bleioxyd, $\text{Pb}\bar{\text{A}}^3$ (Berz. $\text{Pb}\bar{\text{A}}^2$ Kühn), *Extractum Saturni*, wird durch Digestion einer Lösung des neutralen Salzes mit Bleiglätte erhalten; es ist eine weisse Salzmasse, in Wasser, nicht in Alkohol, löslich; die Auflösung, *Acetum Saturni*, bräunt Curcumäpigment, zieht aus der Luft Kohlensäure an und trübt sich.

Starkbasisches essigs. Bleioxyd, $\text{Pb}\bar{\text{A}}^6$ (B. $\text{Pb}\bar{\text{A}}^4$ K.), wird durch Digestion des vorigen Salzes mit noch mehr Bleioxyd bereitet, es ist in kaltem Wasser sehr schwer löslich, schießt aus kochenden Lösungen beim Erkalten in weissen Nadeln an.

Essigsaures Kupferoxyd, neutrales, $\text{Cu}\bar{\text{A}}$, *Aerugo destillata*; Kupferoxyd wird in Essigsäure gelöst, beim Abdampfen schießt es in dunkelgrünen rhombischen Säulen an, mit 1 At. Krystallwasser; es verwittert an der Luft, löst sich etwas in Alkohol; an der Luft erhitzt, verbrennt es mit intensiv grüner Flamme.

Basisch essigsaures Kupferoxyd, *Grünspahn*, ist meist ein Gemeng mehrerer basischen Salze, $\text{Cu}^3\bar{\text{A}}^2$, $\text{Cu}^3\bar{\text{A}}$ und $\text{Cu}^2\bar{\text{A}}$, wird gewöhnlich durch Zusammenschichten von Weintrebern mit Kupferplatten, oder aus Essig und metallischem Kupfer erhalten; es kommt in blaugrünen, harten Stücken vor, ist wasserhaltig; und wird durch Kochen mit Wasser zersetzt, indem sich neutrales essigsaures Kupferoxyd und halb basisches ($\text{Cu}^3\bar{\text{A}}^2$) auflösen, während drittelessigsaures Kupferoxyd, $\text{Cu}^3\bar{\text{A}}$ zurückbleibt.

Ameisensäure. *Ac. formicicum*. $\text{Fo. H C}^2 \text{O}^3$.

Diese Säure findet sich bereits gebildet in den Ameisen; man erhält sie durch Destillation derselben mit Wasser, oder durch Erhitzen eines Gemengs von 10 Th. Weinsäure, 14 Th. Braunstein, 15 Th. concentrirter Schwefelsäure und 30 Th. Wasser, oder durch Digestion von kohlenstoffreichen Vegetabilien mit Schwefelsäure. Ihr erstes Hydrat, welches $19\frac{0}{0}$ Wasser = 1 At. enthält, bereitet man durch Zersetzen von ameisensaurem Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff.

Die Ameisensäure ist eine farblose Flüssigkeit, von eigenthümlichem Geruche, gefriert bei -1° , kocht bei $+99^\circ$, spec. Gew. 1,2353, lässt sich mit Wasser und Alkohol in jedem Verhältnisse verdünnen, röthet Lackmus, lässt sich, bis zum Kochen erhitzt, entzünden, wird durch concentrirte Schwefelsäure in Wasser und Kohlenoxyd zerlegt; Silber- und Quecksilberoxyd werden von ihr beim Erwärmen reducirt.

Ihr zweites Hydrat, welches $48,35\frac{0}{0}$ = 2 At. Wasser enthält, erstarrt noch nicht bei -15° , siedet bei 106° ; spec. Gew. = 1,1104; hat übrigens die nemlichen Eigenschaften, wie das erste Hydrat.

Milchsäure. *Ac. lacticum.* $\overline{\text{La.}}$ $\text{H}^5 \text{C}^6 \text{O}^5$.

In der sauren Milch so wie in allen Flüssigkeiten des thierischen Körpers findet sich die Milchsäure theils frei theils an Basen gebunden vor, (mit Kalk vereinigt in der *Nux vomica*); häufig bildet sie sich durch Gährung zucker- und stärke-mehlhaltiger Flüssigkeiten. Am leichtesten wird die Milchsäure aus dem Sauerkraute bereitet; eine Infusion desselben wird mit kohlensaurem Zinkoxyd gesättigt und kochend filtrirt; beim Erkalten der Flüssigkeit scheiden sich allmählig prismatische Krystalle von milchsaurem Zinkoxyd ab; aus der Lösung des durch Umkrystallisiren gereinigten Salzes schlägt man das Zinkoxyd durch Baryt und letztern darauf mit Schwefelsäure nieder; die verdünnte Milchsäure wird im luftleeren Raume concentrirt und endlich durch Behandlung mit Aether vollkommen gereinigt.

Die Milchsäure ist eine farblose, syrupartige Flüssigkeit, ohne Geruch, von saurem Geschmack, spec. Gew. 1,215, löst sich in Wasser, Alkohol und Aether, röthet Lackmus; sie hat ein grosses Lösungsvermögen für Knochenerde; enthält 1 At. Wasser, welches sie bei ihrer Verbindung mit Basen verliert.

Ihre Salze können ziemlich stark erhitzt werden, ohne eine Zersetzung zu erleiden; im Wasser sind alle löslich, die meisten auch in Alkohol.

Besonders leicht krystallisirbar sind die Verbindungen der Milchsäure mit Kalk, Talkerde, Kobalt- und Zinkoxyd, zerfliesslich sind milchsaures Kali, Natron und Eisenoxyd, das Baryt- und Bleisalz ist weder zerfliesslich noch krystallisirbar.

Erhitzt man tropfbarflüssige Milchsäure bis 250° , so entwickeln sich Wasser, Essigsäure, entzündliche Gase und ein krystallinisches Sublimat; etwas Kohle bleibt zurück. Jenes Sublimat, $\text{H}^4 \text{C}^6 \text{O}^4$, schmilzt bei 107° , verflüchtigt sich bei 250° , löst sich in kochendem Alkohol und scheidet sich beim Erkalten unverändert wieder aus, von Wasser wird es nur langsam gelöst, und verwandelt sich dann in wasserhaltige Milchsäure.

Sauerkleesäure. *Ac. oxalicum.* $\overline{\text{O.}}$ $\text{C}^2 \text{O}^3$.

Die Oxalsäure kommt selten frei in Pflanzensäften vor, meist an Kali, wie in den Oxalis- und Rumexarten,

zum Theil auch an Kalk, wie in den crustenartigen Flechten, gebunden vor; man kann sie durch Fällung des aus dem Saft des Sauerklees dargestellten oxalsauren Kalis mit essigsaurem Bleioxyd und Zersetzen des Bleisalzes mit Schwefelsäure erhalten. Am häufigsten gewinnt man die Oxalsäure durch Digestion vegetabilischer Substanzen, insbesondere des Zuckers, mit nicht zu concentrirter Salpetersäure; die erhaltenen Flüssigkeiten werden zur Krystallisation abgedampft. Diese Säure erzeugt sich auch beim Erhitzen vieler organischer Substanzen mit Aetzkali bis 225° ; die bei der Darstellung des Kaliums aus kohlen-saurem Kali und Kohle mit übergehende, schwarze Masse verwandelt sich in Berührung mit Wasser an der Luft in oxalsaures Kali.

Diese Säure krystallisirt mit 3 At. Wasser in farblosen rhombischen, vierseitigen Säulen; sie ist ohne Geruch, von scharf saurem Geschmack, verwittert in warmer Luft und zerfällt zu einem weissen Pulver, welches nur noch 1 At. Wasser enthält; bei vorsichtigem Erhitzen sublimirt sich dieses Hydrat unzersetzt in spiessigen Krystallen; bei schnellem Erhitzen zerfällt die krystallisirte Oxalsäure in Kohlenoxyd und Kohlensäure, Wasser und Ameisensäure; sie löst sich in 8 Th. kaltem und 1 Th. kochendem Wasser und 4 Th. Weingeist; Lackmus wird stark von ihr geröthet.

Mit Alkalien vereinigt sich die Sauerkleesäure in drei Verhältnissen, in welchen sich der Sauerstoff der Base zu dem der Säure wie 1 : 3, 1 : 6 und 1 : 12 verhält; diese Salze sind in Wasser löslich; alle übrigen sauerkleesauren Salze sind in Wasser unlöslich oder sehr schwer löslich, vorzüglich das Kalksalz. Die sauerkleesauren Salze zeichnen sich dadurch aus, dass sie beim Erhitzen nicht verkohlen, die Verbindungen dieser Säure mit den leicht reducirbaren Oxyden liefern beim Erhitzen Kohlensäure und regulinisches Metall ($\text{NiO} \cdot \text{C}^2\text{O}^3 = 2 \text{CO}^2 + \text{Ni}$); die Verbindungen mit den schwer reducirbaren Oxyden werden dagegen unter Entwicklung von Kohlenoxyd in kohlen-saure Salze verwandelt.

Erhitzt man freie Sauerkleesäure oder ihre Salze mit concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich ohne Schwärzung der Flüssigkeit Kohlensäure und Kohlenoxyd.

Salze.

Zweifach sauerkleesaures Kali, *Sauerkleesalz*, *Sal acetosellae*, $\dot{\text{K}}\overline{\text{O}}^2 + 3\dot{\text{H}}$, wird durch Klären und Einkochen des Saftes vom Sauerklee (*Oxalis acetosella*) oder durch unmittelbare Vereinigung von Sauerkleesäure mit kohlensaurem Kali erhalten; es krystallisirt in schiefen, rhombischen Säulen, ist luftbeständig, unlöslich in Weingeist, schmeckt sauer, röthet Lackmus.

Vierfach sauerkleesaures Kali, $\dot{\text{K}}\overline{\text{O}}^4 + 7\dot{\text{H}}$, wird durch Auflösen des vorigen Salzes in warmer Salzsäure erhalten; es krystallisirt in kleinen, weissen Säulen oder schiefen Oktaëdern mit 2 abgestumpften Flächen, löst sich schwer in Wasser, verliert bei 128° 4 At. Wasser, röthet Lackmus.

Einfach sauerkleesaures Kali, $\dot{\text{K}}\overline{\text{O}} + \dot{\text{H}}$, wird durch Neutralisation eines der sauren Salze mit kohlensaurem Kali erhalten; es krystallisirt in sechsseitigen Säulen, schmeckt salzig, löst sich in Wasser, nicht in Alkohol.

Einfach sauerkleesaures Ammoniak, $\text{H}^3\text{N} \cdot \overline{\text{O}} + 3\dot{\text{H}}$, wird durch Neutralisation der Sauerkleesäure mit kohlensaurem Ammoniak erhalten; es krystallisirt in Nadeln, von salzigem Geschmack, verwittert an der Luft, löst sich schwerer in Wasser, als freie Sauerkleesäure, nicht in Alkohol.

Unterwirft man dieses Salz der trocknen Destillation, so sublimirt Oxamid, $\text{H}^2\text{C}^2\text{N}\overline{\text{O}}^2$ ($\text{H}^3\text{N} + \text{C}^2\overline{\text{O}}^3 - \text{H}\overline{\text{O}} = \text{H}^2\text{C}^2\text{N}\overline{\text{O}}^2$), eine weisse, geruch- und geschmacklose Masse, die in Wasser sich nur wenig löst, ohne Zersetzung sublimirt werden kann, und durch wässrige Säuren oder Alkalien unter Aufnahme von Wasser wieder in Sauerkleesäure und Ammoniak zersetzt wird.

Sauerkleesaures Chromoxyd-Kali, $3\dot{\text{K}}\overline{\text{O}} + \dot{\text{Cr}}\overline{\text{O}}^3 + 6\dot{\text{H}}$, wird durch Digestion einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali mit Sauerkleesäure erhalten; aus der Lösung scheidet es sich beim Abdampfen in schwarzen Krystallen aus, die kornblumenblau durchscheinend sind; die Auflösung ist im reflectirten Lichte grün, im durchfallenden roth.

Weinsäure. $\text{H}^2\text{C}^4\overline{\text{O}}^5$. Tr.

Die Weinsäure, *Acidum tartaricum*, findet sich vorzüglich in säuerlichen Fruchtsäften vor; man bereitet

dieselbe, indem man den aus dem Weine in den Fässern sich absetzenden Weinstein, (doppeltweinsaures Kali) durch Kochen mit Wasser und Thon vom Extractivstoff und Farbstoff reinigt, alsdann das eine Atom Weinsäure mit kohlensaurem Kalk sättigt und das andre mittels Chlorcalcium niederschlägt; den gefällten weinsauren Kalk zerlegt man durch Schwefelsäure, und dampft die filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation ab.

Die Weinsäure krystallisirt, mit 1 At. Wasser verbunden, in schiefen rhombischen oder sechsseitigen Säulen oder in Tafeln, ohne Farbe und Geruch, von scharf saurem Geschmack; sie ist luftbeständig, löst sich leicht in Wasser, schwerer in Alkohol, röthet Lackmus.

Schmilzt man diese Säure so lange, bis sie $\frac{1}{10}$ ihres Gewichts verloren hat, so liefert sie eine gummiartige Masse, die aus 2 neuen Säuren bestehend, *Tartrelsäure* und *Tartrylsäure*, sich nur langsam im Wasser auflöst, dann mit Basen ganz andre Salze als nicht geschmolzene Weinsäure giebt, und sich erst nach längerer Berührung mit Wasser wieder in die gewöhnliche, krystallisirbare Säure verwandelt; erhitzt man sie längere Zeit bis 190° , so erzeugt sich *Brenzweinsäure*, $H^3C^5O^3$ [$H^4C^8O^{10} - (HO + 3CO^2) = H^3C^5O^3$]; lässt man dagegen die Temperatur 200° übersteigen, so destillirt *Brenztraubensäure*, $H^3C^6O^5$ über [$H^4C^8O^{10} - (HO + 2CO^2) = H^3C^6O^5$]. Mit verdünnten, kaustischen Alkalien gekocht, bildet die Weinsäure essigsaures und sauerkleesaureres Alkali; denn $H^4C^8O^{10} = C^4O^6 + H^3C^4O^3 + HO$.

Die Weinsäure, welche von Liebig als eine zweibasische Säure $= H^4C^8O^{10} + 2HO$ angesehen wird, hat grosse Geneigtheit, mit Basen saure Salze und Doppelsalze zu bilden; die meisten weinsauren Salze sind in Wasser auflöslich und krystallisirbar. Die in Wasser unlöslichen weinsauren Salze zeichnen sich dadurch aus, dass sie von Kalilauge oder Aetzammoniak vollkommen gelöst werden. Beim Erhitzen zersetzen sich alle Salze dieser Säure unter Abscheidung von Kohle und Entwicklung eines eigenthümlichen, dem gebrannten Zucker ähnlichen Geruchs.

Die Weinsäure verbindet sich auch mit Borsäure, arseniger Säure und Antimonoxyd.

Den Lösungen mehrerer Metallsalze zugesetzt, raubt die Weinsäure die Fähigkeit, durch Alkalien gefällt zu werden.

salze.

Doppelt weinsaures Kali, $\dot{K}.\dot{H}.\overline{Tr}^2$, setzt sich bei der Gährung des Mostes allmählig ab, als *roher Weinstein*, *Tartarus crudus*; das durch Behandlung mit Thon, Kohle oder Eiweiss und öfteres Umkrystallisiren entfärbte Salz, *Weinsteinrahm*, *Cremor tartari*, krystallisirt in kleinen, vierseitigen Säulen, die zwischen den Zähnen knirschen und schwach säuerlich schmecken, luftbeständig sind, Lackmus röthen, in Alkohol unlöslich, wenig löslich in kaltem, etwas leichter in warmem Wasser sind.

Einfachweinsaures Kali, $\dot{K}\overline{Tr}$, *Tartarus tartarisatus*, *Tartarus solubilis*, wird durch Neutralisation des vorigen Salzes mit kohlensaurem Kali erhalten; es krystallisirt ohne Wasser in farblosen, vierseitigen Säulen, schmeckt salzig bitterlich, zieht an der Luft Feuchtigkeit an, löst sich leicht in Wasser, schwer in Alkohol; aus seinen Lösungen wird durch Säuren doppelt weinsaures Kali ausgefällt.

Weinsaures Natron-Kali, $\dot{K}.\dot{Na}.\overline{T}^2 + 10 \dot{H}$, *Seignettesalz*, *Tartarus natronatus*, *Sal polychrestus Seignette*, wird durch Neutralisation des gereinigten Weinsteins mit kohlensaurem Natron bereitet; es krystallisirt in grossen, vier- und sechsseitigen Säulen, schmeckt salzig, ist luftbeständig, löst sich in Wasser, scheidet mit Säuren zusammengebracht Weinstein aus.

Weinsaures Natron-Kali mit weinsaurem Borsäure-Kali, $\dot{K}\dot{Na}\overline{T}^2 + 2(\dot{K}\ddot{B}\overline{T}^3)$, *Tartarus boraxatus*, *Cremor tartari solubilis*, wird durch Auflösen von 1 Th. Borax und 4 Th. Weinstein in 20 Th. Wasser, Filtriren und Abdampfen bereitet; es bildet eine gummiartige, durchscheinende Masse, ist nicht krystallisirbar, zerfliesslich, schmeckt säuerlich salzig, löst sich leicht in Wasser, nicht in Alkohol, röthet Lackmus.

Weinsaures Ammoniak-Kali, $\dot{K}.\dot{H}^3\dot{N}.\overline{T}^2 + 2\dot{H}$, *Tartarus ammoniatus*, wird durch Sättigen gereinigten Weinsteins mit Ammoniak und Abdampfen bereitet; es

krystallisirt in rhombischen Prismen, schmeckt salzig, ist in Wasser leicht löslich, scheidet mit Säuren zusammengebracht Weinstein aus.

Weinsaures Eisenoxydul-Kali, K Fe Tr^2 , *Tartarus martialis*, wird durch Digestion von Eisenfeilspähnen mit Weinstein und Wasser erhalten; es ist ein weisses Pulver, löst sich schwer in Wasser; seine Lösung wird durch kein Alkali gefällt; an der Luft oxydirt es sich höher und wird schwarz.

Dieses Salz wird in den Officinen zu Kugeln geformt, daher der Name *Globuli martiales*.

Weinsaures Antimonoxyd-Kali, $\text{K Sb Tr}^2 + 2\text{H}$, *Brechweinstein*, *Tartarus emeticus s. stibiatus*, wird durch Kochen von Antimonoxyd mit Weinstein und Wasser bereitet. Es krystallisirt in farblosen Tetraëdern, die an der Luft weiss und undurchsichtig werden, schmeckt zusammenziehend metallisch, löst sich in 15 Th. kaltem und $2\frac{3}{4}$ Th. heissem Wasser, röthet Lackmus.

Traubensäure. $\text{N}^2\text{C}^4\text{O}^5$. $\bar{\text{U}}$.

Die Traubensäure, *Acidum paratartaricum s. uvicum*, ist nur im Weinstein saurer Weine gefunden worden; um sie aus demselben zu bereiten, sättigt man diesen mit kohlensaurem Natron, und lässt aus der erhaltenen Flüssigkeit das weinsaure Natron-Kali herauskrystallisiren; das in Lösung gebliebene traubensaure Doppelsalz zerlegt man mittels eines Kalk- oder Bleisalzes, und scheidet daraus die Säure durch Schwefelsäure oder Schwefelwasserstoff.

Die Traubensäure krystallisirt mit 2 At. Wasser verbunden in schiefen, rhombischen Säulen, die in der Wärme 1 At. Wasser verlieren; übrigens ist diese Säure der ihr isomeren Weinsäure sehr ähnlich, selbst rücksichtlich ihrer Salze, die meist mit einer gleichen Anzahl von Wasseratomen krystallisiren; die Krystallform und die Löslichkeit der Salze pflegt jedoch von der der weinsauren Salze verschieden zu sein. Die Traubensäure unterscheidet sich von der Weinsäure vorzüglich durch die leichte Löslichkeit und Krystallisationsunfähigkeit des Natron-Kalksalzes und durch die völlige Unlöslichkeit des Kalksalzes.

Setzt man nemlich zur Lösung traubensauren Kalks in verdünnter Salzsäure Aetzammoniak bis zur Neutralisation, so fällt das Salz sogleich als weisses Pulver nieder; verfährt man dagegen ebenso mit dem gleichen weinsauren Salze, so scheidet sich dieses erst nach einiger Zeit krystallinisch aus.

Die Traubensäure giebt wie die Weinsäure mit verschiedenen Basen Doppelsalze, und wird von Liebig zu den zweibasischen Säuren gezählt $= \text{H}^4 \text{C}^8 \text{O}^{10}$.

Citronensäure. $\text{H}^2 \text{C}^4 \text{O}^4$. $\overline{\text{Ci}}$.

Die Citronensäure, *Acidum citricum*, findet sich in den Säften vieler sauren Früchte, grösstentheils frei vor; man bereitet sie durch Klären des ausgepressten Saftes mit Eiweiss, Sättigen mit Kreide und Zerlegen des citronensauren Kalks mit Schwefelsäure.

Diese Säure krystallisirt in farblosen, rhombischen Prismen, welche, wenn sie bei gewöhnlicher Temperatur sich ausgeschieden haben, $1\frac{1}{3}$ At. Wasser enthalten (nach Liebig $\text{H}^5 \text{C}^{12} \text{O}^{11} + 5 \text{H} \text{O}$); aus einer bei 100° gesättigten Lösung ausgeschiedene Krystalle enthalten nur 1 At. Wasser (nach Liebig $\text{H}^5 \text{C}^{12} \text{O}^{11} + 4 \text{H} \text{O}$); in einer bei 100° getrockneten Citronensäure sind noch $\frac{2}{3}$ At. Wasser enthalten (nach Liebig $\text{H}^5 \text{C}^{12} \text{O}^{11} + 3 \text{H} \text{O}$). Die Citronensäure ist geruchlos, schmeckt stark sauer, löst sich leicht in Wasser, schwer in Alkohol, röthet Lackmus.

Schmilzt man die Citronensäure so lange, bis sie sich zu sersetzen anfängt, oder kocht man ein trocknes citronensaures Salz mit einer Lösung von Salzsäure in Alkohol, so bildet sich *Aconitsäure*, *Equisetsäure*, $\text{H} \text{C}^4 \text{O}^3$, ($\text{H}^2 \text{C}^4 \text{O}^4 - \text{H} \text{O} = \text{H} \text{C}^4 \text{O}^3$), eine in Warzen krystallisirende, in Wasser leicht lösliche Säure. Unterwirft man Citronensäure der trocknen Destillation, so erhält man in der Vorlage eine ölartige, beim Erkalten erstarrende, Masse, welche, in Wasser gelöst und abgedunstet, in rhombischen Blättchen oder Oktaëdern krystallisirt, die *Brenzcitronensäure*, $\text{H}^2 \text{C}^5 \text{O}^3$; dieselben schmelzen bei 160° , und verflüchtigen sich bei dieser Temperatur unzersetzt, sie sind in Wasser, Alkohol und Aether löslich.

Mit Basen bildet die Citronensäure neutrale und basische Salze; dieselben sind, ausser den Alkalisalzen, in Wasser unlöslich; alle verkohlen beim Erhitzen.

Nach Liebig ist die Citronensäure eine dreibasische Säure $\equiv \text{H}^5 \text{C}^{12} \text{O}^{11} + 3 \text{H} \text{O}$.

Characteristisch für diese Säure ist das Verhalten ihres Kalksalzes; vermischt man nehmlich die Lösung eines neutralen citronensauren Salzes mit Chlورcalcium, so trübt sich die Flüssigkeit nicht eher, als bis sie auf 100° erhitzt worden ist.

Aepfelsäure. $\text{H}^2 \text{C}^4 \text{O}^4$. $\bar{\text{M}}$.

Die Aepfelsäure, *Acidum malicum*, findet sich in mehreren Vegetabilien an Basen gebunden vor, und frei in vielen sauren Pflanzensäften. Man bereitet sie am besten aus dem geklärten Saft der Vogelbeeren (Früchte von *Prunus aucuparia*) durch Fällen desselben mit essigsau-rem oder kohlsaurem Bleioxyd; das Präcipitat wird *allmählig* in siedendes Wasser eingetragen und kochend fil-trirt; aus der erkalteten Flüssigkeit setzen sich mattweisse, fettglänzende Schuppen von äpfelsaurem Bleioxyd ab; die-ses zersetzt man durch Schwefelwasserstoff, stellt saures aepfelsaures Ammoniak dar, und reinigt dasselbe durch wiederholte Krystallisation; man bindet darauf die Aepfel-säure wieder an Bleioxyd, zersetzt das Salz mit Schwefel-wasserstoff, und dampft die filtrirte Flüssigkeit vorsichtig ab.

Die Aepfelsäure krystallisirt in Körnchen oder blu-menkohllartig gruppirten Blättchen, verbunden mit 1 At. Wasser, schmeckt stark sauer, ist geruchlos, zerfliesst in feuchter Luft, löst sich in Wasser und Alkohol, röthet Lackmus.

Bei raschem Erhitzen verkohlt die Aepfelsäure und giebt brenzliche Producte; wird sie vorsichtig bis 150° erwärmt, so bildet sich *Fumarsäure*; erhitzt man sie da-gegen schnell auf 200° , so erzeugt sich *Equisetsäure*, *Aconitsäure*.

Beide Säuren sind flüchtig, einander isomer $\equiv \text{H} \text{C}^4 \text{O}^3 (\text{H} \text{C}^4 \text{O}^3 + \text{H} \text{O} = \text{H}^2 \text{C}^4 \text{O}^4)$, im krystallisirten Zustande der Aepfel-säure isomer. Die Fumarsäure findet sich auch in *Fumaria officinalis* und *Cetraria islandica*; die Aconitsäure in *Aconi-*

tum napellus, *Equisetum limosum* und *fluviatile*; die letztere ist flüchtiger als die erstere und löst sich viel leichter in Wasser auf.

Die Aepfelsäure bildet mit Alkalien neutrale und saure Salze, so wie mit 2 Basen auch leicht Doppelsalze, daher sie auch von Liebig zu den zweibasischen Säuren ($= H^4 C^8 O^8 + 2 H O$) gerechnet wird. Die äpfelsauren Salze sind meist im Wasser löslich, verkohlen beim Erhitzen.

Von andern ähnlichen organischen Säuren unterscheidet sich die Aepfelsäure durch die Löslichkeit ihres Kalksalzes in kaltem und heissem Wasser, ferner durch die leichte Schmelzbarkeit ihres Bleisalzes in warmem Wasser, und dessen Löslichkeit in kochendem. Die Lösungen edler Metalle werden durch Kochen mit Aepfelsäure reducirt.

Mekonsäure. $H^2 C^7 O^7$. $\bar{M}e$.

Die Mekonsäure, Mohnsäure findet sich nur im Opium; man erhält sie daraus, wenn man das wässrige Extract desselben mit kohlensaurem Kalk und Chlorcalcium versetzt; den Niederschlag, welcher aus schwefelsaurem und mekonsaurem Kalk besteht, mit warmem Wasser übergiesst, und so lange Salzsäure zusetzt, bis sich der mekonsaure Kalk aufgelöst hat; der aus dieser Lösung beim Erkalten krystallisirende saure mekonsaure Kalk wird wieder in warmer verdünnter Salzsäure gelöst, worauf sich beim Erkalten die reine Säure krystallinisch ausscheidet.

Die Mekonsäure bildet weisse perlmutterglänzende Schuppen oder Nadeln, die 3 At. Wasser enthalten; sie ist luftbeständig, löst sich schwer in kaltem, leichter in heissem Wasser, leicht auch in Alkohol, röthet Lackmus, und färbt Eisenoxydsalze ohne Fällung blutroth.

Kocht man eine Mekonsäurelösung mit etwas Salzsäure oder erhitzt man getrocknete Mekonsäure bis 170° , so bildet sich Kohlensäure, Wasser und Komensäure ($H^4 C^{14} O^{14} = 2 CO^2 +$) $H^2 C^{12} O^8 + 2 H O$; sie ist krystallisirbar, in Wasser löslich, röthet Lackmus und färbt Eisenoxydsalze blutroth.

Bei der trocknen Destillation der Mekonsäure sowohl als der Komensäure erzeugt sich die Pyromekonsäure ($H^4 C^{14} O^{14} - 4 CO^2 =$) $H^3 C^{10} O^5 + H O$; sie krystal-

lisirt meist in rhombischen Blättchen, schmilzt bei 120° , lässt sich ohne Zersetzung sublimiren, ist in Wasser und Alkohol löslich, reducirt Goldlösung, färbt Eisenoxydsalze roth.

Die Mekonsäure bildet mit Basen saure und neutrale, so wie auch basische Salze; nach Liebig ist sie eine dreibasische Säure $= \text{H C}^{14} \text{O}^{11} + 3 \text{H O}$. Diese Salze sind grösstentheils löslich; zersetzen sich beim Erhitzen für sich und mit Säuren.

Chinasäure. $\text{H}^{11} \text{C}^{14} \text{O}^{11}$. $\overline{\text{Ki}}$.

Die Chinasäure, *Acidum Kinicum*, ist vorzüglich in der Chinarinde und im Tannensplint gefunden worden; man bereitet sie durch Ausziehen der Chinarinde mit Wasser, Fällen mit Alkohol und Umkrystallisiren des chinasauren Kalks; letzterer wird dann durch Schwefelsäure zersetzt, und die filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation abgedampft.

Diese Säure krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen, mit 1 At. Wasser verbunden, welches sie erst durch Schmelzen bei 153° verliert; sie ist geruchlos, schmeckt stark sauer, löst sich leicht in Wasser, auch in Alkohol, röthet Lackmus; beim Erhitzen schmilzt sie, zersetzt sich erst über 240° , entwickelt dann einen verbrennender Weinsäure ähnlichen Geruch; erhitzt man sie mit Braunstein gemengt, so liefert sie Wasser, Ameisensäure und ein gelbes krystallinisches Sublimat, *Chinoyl*, $\text{H C}^3 \text{O}$.

Dasselbe schmilzt bei 100° und verwandelt sich bei höherer Temperatur in Dämpfe von stechendem Geruch; es löst sich schwer in Wasser, leichter in Alkohol und Aether, und ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben.

Die chinasauren Salze sind meist in Wasser löslich und zum Theil krystallisirbar; verbreiten bei der trocknen Destillation einen den verkohlenden weinsauren Salzen ähnlichen Geruch.

Gerbsäuren. *Ac. tannica*.

Diese Classe von Säuren findet sich im Pflanzenreiche ziemlich weit verbreitet, vorzüglich in Rinden, Holz und Blättern; folgende Eigenschaften sind ihnen gemein: sie sind in Wasser leicht löslich, schmecken nicht sauer, son-

dern stark zusammenziehend, fällen Leim und Eiweiss aus ihren Lösungen, geben mit der Haut Leder, nehmen an der Luft Sauerstoff auf und verwandeln sich in andre Körper.

Eichengerbsäure, *Ac. quercitannicum*, $\overline{Qt}$, $H^8 C^{18} O^{12}$, findet sich in den Rinden vieler Bäume, vorzüglich aber in den Galläpfeln; das Pulver der letztern wird in einen Stechheber gebracht und mit wasserhaltigem Aether übergossen; die langsam abtröpfelnde Flüssigkeit sondert sich in zwei Schichten, von denen die untere grünliche eine concentrirte Lösung der Säure in Wasser ist; nachdem man diese einigemal mit Aether abgespült hat, dampft man sie im Vacuum ein.

Sie ist weiss, nicht krystallisirbar, löst sich wenig in Alkohol, röthet Lackmus; ihre concentrirte Lösung wird durch Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arsensäure und Salpetersäure gefällt, kohlensaure Salze zersetzt sie, sie schlägt die meisten Metallsalze und Pflanzenalkaloide nieder; Eisenoxydsalze werden von ihr nicht, Eisenoxydsalze schwarzblau gefällt.

Wird eine Gerbsäurelösung der Luft ausgesetzt, so zieht sie 8 At. Sauerstoff an, giebt 4 At. Kohlensäure aus und verwandelt sich in Gallussäure.

Kocht man eine Gerbsäurelösung mit verdünnter Kalilauge und verdünnter Schwefelsäure, so bilden sich 2 At. Gallussäure und 1 At. Essigsäure, ($H^8 L^{18} O^{12} + HO = 2 H^3 C^7 O^5 + H^3 C^4 O^3$); die Producte der trocknen Destillation sind ähnlich denen der Gallussäure.

Gallussäure, *Ac. gallicum*, $\overline{Ga}$, $H^3 C^7 O^5$, findet sich zum Theil schon fertig gebildet vor in gerbstoffhaltigen Pflanzentheilen, die dem Luftzutritt ausgesetzt werden; ein wässriger Galläpfelauszug wird mehrere Monate der Luft ausgesetzt, der sich bildende Schimmel von Zeit zu Zeit entfernt, die Gallussäure, welche sich unrein als graue Masse ausgeschieden hat, wird durch Thierkohle gereinigt.

Sie krystallisirt in seidenglänzenden Nadeln mit 1 At. Wasser, löst sich in Wasser, Alkohol und Aether, giebt mit Eisenoxydsalzen einen dunkelblauen Niederschlag, der sich in vielem Wasser wieder auflöst, liefert mit der Haut

kein Leder; die gallussauren Salze zersetzen sich an der Luft sehr schnell und bilden braune Massen.

Eine Lösung reiner Gallussäure schimmelt an der Luft sehr bald und setzt Humussäure ab. Bis 115° erhitzt, verwandelt sie sich unter Abgabe von 1 At. Kohlensäure in ein krystallinisches Sublimat, *Pyrogallussäure*, $H^3C^6O^3$, bei 250° verliert sie noch 1 At. Wasser, und hinterlässt eine schwarze kohlige Masse, *Metagallussäure*, $H^2C^6O^2$.

Ellagsäure, $H^2C^7O^4$, erzeugt sich neben der Gallussäure beim Schimmeln eines Galläpfelaufgusses; sie bleibt beim Auflösen der Gallussäure zurück; man löst sie in Kali, und fällt sie daraus durch eine Mineralsäure; sie ist schmutzig weiss, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether.

Chinagerbsäure, *Ac. cinchotannicum*, findet sich in den Chinarinden mit Chinin und Cinchonin verbunden; man extrahirt die Chinarinde mit saurem Wasser, fällt mit Talkerde die Pflanzenbasen und die Säure, löst den Niederschlag in Essigsäure und fällt mit basisch essigsau-rem Bleioxyd; das Bleisalz zerlegt man durch Schwefelwasserstoff; die filtrirte Flüssigkeit wird im Vacuum abgedampft.

Sie bildet eine hellgelbe, nicht krystallinische Masse, ist in Wasser, Alkohol und Aether löslich. An der Luft zieht sie Sauerstoff an und wird rothbraun, Chinaro-*th*.

Aus der *Terra japonica* (von *Acacia Catechu*) aus dem *Kino* (von *Coccolaba uvifera*), aus Tannen- und Fichtenrinden erhält man noch verschiedene Gerbsäuren, von welchen Eisenoxydsalze grün gefällt werden.

Bernsteinsäure. $H^2C^4O^3$. $\overline{Su}$.

Die Bernsteinsäure, *Acidum succinicum*, findet sich im Bernstein und in einigen Terpenthinsorten; man erhält sie durch trockne Destillation von Bernsteingrus, am besten mit Schwefelsäure gemengt; das Destillat wird durch Thierkohle gereinigt.

Sie krystallisirt mit 1 At. Wasser in Säulen, ist ohne Geruch, luftbeständig, schmilzt bei 180° , sublimirt bei 235° in Nadeln oder Blättchen, welche noch $\frac{1}{2}$ At. Wasser enthalten; ein Sublimat wasserfreier Bernsteinsäure erhält

man nur, wenn man sie mit wasserfreier Phosphorsäure gemengt erhitzt; sie löst sich in Wasser und Alkohol, röthet Lackmus, wird durch Salpetersäure nicht zerstört.

Mit Basen bildet sie theils lösliche theils unlösliche Salze; von erstern sind mehrere krystallisirbar.

Bernsteinsaures Ammoniak ist nur in flüssiger Form neutral, beim Abdampfen krystallisirt ein saures Salz in Nadeln; das neutrale wird zur Trennung von Mangan und Eisen angewendet.

Mit empyreumatischem Oel noch gemengt, bildet das bernsteinsaure Ammoniak den *Liqu. C. C. succinatus* der Officinen.

Benzoësäure. $H^5 C^{14} O^3$. $\overline{Bz}$.

Diese Säure findet sich im Benzoëharz und vielen andern Harzen, bildet sich aus dem flüchtigen Bittermandelöl durch Oxydation an der Luft; man gewinnt sie aus dem Benzoëharze durch Destillation oder durch Vermischen einer Lösung des Harzes in Weingeist mit einer wässrigen Lösung von kohlsaurem Natron; die vom gefällten Harze abfiltrirte Flüssigkeit liefert beim Abdampfen benzoësaures Natron, welches durch Schwefelsäure zerlegt wird.

Die sublimirte Säure erscheint in farblosen nadelförmigen Krystallen; auf nassem Wege krystallisirt, in Schuppen oder schmalen Säulen mit 1 At. Wasser verbunden, geruchlos, schmilzt über 120° und kocht bei 239° , löst sich wenig in kaltem Wasser, leicht in heissem, in Alkohol und Aether, röthet Lackmus, wird durch Salpetersäure und Schwefelsäure nicht zerstört.

Ihre Salze sind meist in Wasser löslich und krystallisirbar.

Mit wasserfreier Schwefelsäure bildet sie eine krystallisirbare Verbindung, welche mit Baryt ein lösliches krystallisirbares Salz giebt. (Ueber die Zersetzungsproducte der Benzoësäure s. d. Art. *Benzin*).

Harnbenzoësäure. Hippurs. *A. hippuricum*. $H^9 C^{18} N O^6$.

Diese Säure findet sich im Harne fleischfressender Thiere und kleiner Kinder; man erhält sie, wenn man fri-

sch en Pferdeharn vorsichtig bis auf $\frac{1}{6}$ Volumen concentrirt, dann mit Salzsäure versetzt, den Niederschlag mit Aetzkalk und etwas Chlorkalk kocht, durch Thierkohle heiss filtrirt und mit Salzsäure versetzt.

Diese Säure scheidet sich aus heissen Lösungen beim Erkalten in kleinen Flimmerchen und in grössern gestreiften, vierseitigen Säulen aus, schmeckt bitterlich, löst sich wenig in kaltem, leicht in kochendem Wasser, Alkohol und Aether, röthet Lackmus, giebt mit Basen meist lösliche, bitter schmeckende Salze.

Durch Erhitzen wird diese Säure zersetzt, giebt rothe, ölartige Tropfen ab, sublimirt Benzoësäure und entwickelt Blausäuregeruch; durch Salzsäure, Schwefelsäure und Chlor wird sie nicht zersetzt; mit Braunstein und Schwefelsäure erhitzt, wird sie in Kohlensäure, Ammoniak und Benzoësäure zersetzt, mit Bleihyperoxyd gekocht in Benzamid, Kohlensäure und Wasser.

Lässt man den Harn der pflanzenfressenden Thiere längere Zeit stehen, oder dampft man ihn schnell ein, so verwandelt sich die Hippursäure darin in Benzoësäure. (Ueber die hypothetische Zusammensetzung der Hippursäure s. d. Art. Benzoyl).

Harnsäure. *Ac. uricum.* $\bar{U}$. $H^4 C^{10} N^4 O^6$.

Dieser Körper findet sich im Harne der meisten Thiere, in grossen Mengen in den Excrementen der Amphibien, in krankhaften Concrementen des thierischen Körpers; man gewinnt sie am besten dadurch, dass man die mit Wasser, Alkohol und verdünnter Salzsäure ausgelaugten Harnsteine oder Schlangenexcremente in Kalilauge auflöst, und daraus durch Salzsäure die Harnsäure niederschlägt.

Sie bildet ein glänzend weisses Pulver oder kleine Blättchen, ist geschmacklos, löst sich in Wasser nur sehr wenig, nicht in Alkohol oder Aether; sie ist eine sehr schwache Säure, nur mit Kali und Natron bildet sie leicht lösliche Salze; mit Schwefelsäure geht sie eine krystallisirbare Verbindung ein.

Bei der trocknen Destillation liefert sie Harnstoff, unlösliche Cyanursäure, Blausäure und etwas kohlenaures Ammoniak; durch Kochen mit Bleihyperoxyd wird sie in Harnstoff, Allantoin, Sauerkleesäure und Kohlensäure zerlegt;

mit Salpetersäure giebt sie verschiedene Zersetzungsproducte. (S. d. Art. Zersetzungsproducte d. Harnsäure u. s. w.)

Bei vorsichtigem Abdampfen mit Salpetersäure hinterlässt sie eine gelbrothe Masse, welche durch Ammoniakdunst schön purpurroth gefärbt wird.

Harnoxyd, harnige Säure, *Xanthicoxyd*, $\text{H}^2\text{C}^5\text{N}^2\text{O}^2$, findet sich zuweilen in besondern Blasensteinen, aus denen es durch Auflösen in Kalilauge und Fällen mit Kohlensäuregas gewonnen wird. Es bildet ein weisses Pulver oder gelbliche, wachsglänzende Stücken, löst sich wenig in Wasser, nicht in Alkohol und Aether; von Ammoniak wird es leichter aufgelöst als Harnsäure; aus seiner Lösung in fixen, kaustischen Alkalien wird es durch Salmiak nicht gefällt, durch Kohlensäure dagegen als weisses Pulver; von Salzsäure wird es nicht aufgelöst; verdunstet man über Harnoxyd Salpetersäure, so hinterbleibt eine gelbe Masse, welche durch Ammoniak nicht geröthet wird. Bei der trocknen Destillation entwickelt das Harnoxyd viel Blausäure, giebt aber keinen Harnstoff. Das Harnoxyd lässt sich als eine niedrigere Oxydationstufe als die Harnsäure ansehen, denn Harnsäure $= \text{H}^2\text{C}^5\text{N}^2\text{O}^3$ und Harnoxyd $= \text{H}^2\text{C}^5\text{N}^2\text{O}^2$.

Pflanzenbasen.

Die organischen Basen, auch Alkaloide genannt, finden sich in vielen Pflanzen immer an Säuren gebunden; die sie begleitenden Säuren sind Aepfelsäure, Milchsäure, eine Gerbsäure oder eine der Pflanze eigenthümliche Säure.

Die meisten Alkaloide sind krystallisirbar, einige pulverförmig oder gummiartig (Veratrin, Emetin) wenige tropfbarflüssig (Nikotin, Coniin); sie haben einen sehr bittern oder scharfen Geschmack, nur wenige haben Geruch; in Wasser lösen sie sich nur wenig auf, leicht in Alkohol, wenigstens in heissem; einige lösen sich auch in Aether auf (Narkotin, Codein, Chinin, Veratrin und die flüchtigen Alkaloide); sie stellen die blaue Farbe des gerötheten Lackmus wieder her, und färben Veilchensaft grün. Sämmtlich enthalten sie Stickstoff, meist $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ ihres Gewichts Kohlenstoff, viel Wasserstoff, wenig Sauerstoff.

Sie verbinden sich mit kleinen Quantitäten Säuren zu Salzen, die meist in Wasser löslich und grösstentheils krystallisirbar sind; ihr Sättigungsvermögen scheint sich nicht, wie bei den anorganischen Salzbasen, nach dem Sauerstoffgehalt, sondern nach dem Stickstoff zu richten, so dass, wie im Ammoniak, ein Aequivalent Stickstoff ein Aequivalent Säure verlangt. Die Salze sind meistens neutral oder sauer, basische kennt man noch nicht genau. Aus ihren neutralen Lösungen werden sie durch Eichengerbsäure als doppelgerbsaure Salze gefällt, die in Alkohol löslich sind; andre Gerbsäuren schlagen sie nicht vollständig nieder; durch die meisten Metalloxyde werden sie gefällt, jedoch so, dass sie sich mit Säure und Base zugleich verbinden.

Mit electronegativen Elementen gehen sie keine Verbindungen ein; von vielen derselben werden sie zersetzt; durch concentrirte Salpetersäure werden sie grösstentheils in Sauerkleesäure und Kohlenstickstoffsäure zerlegt; beim Erhitzen verkohlen die meisten, und entwickeln ammoniakalisches Empyreuma; einige sind auch flüchtig (Atropin, Hyoscyamin, Nicotin, Coniin).

Die Darstellungsweisen der Alkaloide, deren es meist sehr umständliche und mannigfaltige giebt, lassen sich in ihren Grundzügen nach folgenden Methoden verfolgen:

a) Der Auszug der fraglichen Pflanzensubstanz wird mit Kali, Ammoniak, Kalk oder Talkerde gefällt; die zufällig mit gefällten Farbstoffe lassen sich meist durch verdünnte Kalilauge oder Branntwein ausziehen; der Niederschlag wird dann in Alkohol gelöst, die Flüssigkeit abgedampft, an eine Säure gebunden und dann wieder durch ein Alkali zersetzt.

b) Anstatt mit Alkali, fällt man die alkaloidhaltige Flüssigkeit mit Eichengerbsäure, löst den Niederschlag in Alkohol, fällt durch essigsaures Bleioxyd, und die vom gerbsauren Bleioxyd abfiltrirte Flüssigkeit mit Talkerde.

c) Man kann auch den durch Eichengerbsäure entstandenen Niederschlag mit Kalkhydrat mengen und der Einwirkung der Luft aussetzen, wodurch die Gerbsäure allmählig zerstört wird; die braun gewordene Masse wird dann

im Wasserbade getrocknet, und das Alkaloid mit siedendem Alkohol ausgezogen.

d) Die flüchtigen Pflanzenbasen erhält man durch Destillation der Pflanzenextracte mit Kalilauge oder Kalkhydrat und Wasser; schüttelt man das Destillat mit Aether, so geht das Alkaloid meist in den Aether über; dieser hinterlässt es beim Abdampfen rein.

Akaloide des Opiums.

Morphium, $H^{18}C^{34}NO^6$, erhält man am reinsten, wenn man das in saurem Wasser gelöste Opium mit Kochsalz versetzt, filtrirt, das Morphinum mit Ammoniak fällt, dann in Salzsäure löst, nochmals mit Kochsalz versetzt, und endlich von Neuem fällt.

Farblose vierseitige Säulen mit 2 At. Krystallwasser, von sehr schwachem Geschmack, löst sich schwer in Alkohol, vollständig in Aetzkali.

Seine Salze sind krystallisirbar, von sehr bitterem Geschmack, in Wasser und Alkohol löslich; das Morphinum schmilzt beim Erhitzen, wird purpurroth, verbrennt mit rother Flamme, wird von concentrirter Salpetersäure roth gefärbt, zersetzt Jodsäure, so dass Jod ausgeschieden wird; seine neutralen Salze geben mit neutralem Eisenchlorid eine dunkelblaue Färbung.

Narkotin, $H^{24}C^{48}NO^{15}$, der aus dem wässrigen Opiumextract durch Kochsalz entstandene Niederschlag wird in Wasser gelöst, durch Talkerde oder Kalk gefällt, und das Präcipitat mit Aether ausgezogen; es krystallisirt nur schwierig in kleinen farblosen Nadeln, ist in Aether löslich, nicht in Aetzkali, soll nicht narkotisch wirken, bildet mit Säuren lösliche, bitter schmeckende Salze.

Codein, $H^{20}C^{35}NO^5$; nachdem aus den Opiumauszuge Narkotin und Morphinum entfernt, Mekonsäure durch Chlorcalcium und mehrere andre organische Stoffe durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt worden sind, versetzt man die rückständige Flüssigkeit mit kohlsaurem Kali, dampft ein, und extrahirt den Rückstand mit Aether. Farblose Blättchen mit 2 At. Krystallwasser, schmelzbar, in Aether löslich, nicht in Aetzkali, giebt mit Säuren krystallisirbare Salze.

Ausser den beschriebenen Alkaloiden enthält das Opium noch einige andre, weniger genau untersuchte: Narcein, Thebain und eine krystallisirbare, stickstofffreie Substanz, Mekonin, welches mit Schwefelsäure ein grünes Salz bildet.

Strychnin und Brucin.

Beide Alkaloide kommen in dem Holze, der Rinde und den Früchten mehrerer Strychnosarten vor. Die gewöhnlichste Methode beide Körper aus den Krähenaugen (*nucis vomicae*) auszuziehen und von einander zu trennen, ist folgende: um die Brechnüsse pulverisirbar zu machen, kocht man sie mit Branntwein aus, trocknet und pulverisirt sie; hierauf werden sie noch mehrmals mit Weingeist ausgezogen, sämmtliche Tincturen zusammengegossen und abgedampft; der Rückstand wird mit Bleizucker und die vom Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit mit Talkerde gefällt; der zuletzt entstandene Niederschlag wird in Alkohol gelöst, bei gelindem Verdunsten schiesst ein grosser Theil des Strychnins daraus an; die Mutterlauge wird mit Salpetersäure neutralisirt, aus der Flüssigkeit krystallisirt zuerst das Strychninsalz in federartig gruppirten Nadeln, und später das Brucinsalz in vierseitigen Säulen. Die salpetersauren Salze zerlegt man durch eine starke Base.

Strychnin, $H^{23}C^{44}N^2O^4$, krystallisirt in kleinen vierseitigen Säulen, schmeckt sehr bitter, löst sich nicht in absolutem Alkohol, giebt meist krystallisirbare Salze, wird durch concentrirte Salpetersäure gelb, durch Jodsäure weinroth gefärbt und aus den verdünntesten Lösungen durch Schwefelsäure weiss gefällt.

Brucin, $H^{27}C^{47}N^2O^8$, krystallisirt mit 9 At. Wasser in geschobenen, vierseitigen Säulen oder kleinen Blättchen; schmeckt sehr bitter, löst sich sehr leicht in Alkohol; seine Salze sind leicht krystallisirbar, werden durch Chlor blutroth, durch Salpetersäure roth, auf Zusatz von Zinnchlorür violett gefärbt.

Alkaloide der Chinarinde.

Chinin und Cinchonin kommen in den meisten Chinarinden mit einander in verschiedenen Verhältnissen gemengt vor. Von der Menge Methoden, die man zur Dar-

stellung dieser beiden Körper empfohlen hat, sei nur folgende angeführt: die Chinarinde wird zuerst zur Entfernung der Säuren, des Extractivstoffs und Harzes mit sehr verdünnter Kalilauge ausgekocht; nach Entfernung der Flüssigkeit mit schwefelsäurehaltigem Wasser mehrmals ausgezogen, der Auszug mit kohlensaurem Baryt gesättigt, filtrirt und durch kohlensaures Kali die beiden Alkaloide gefällt; diese löst man nun in Weingeist auf; beim Verdunsten schiesst zuerst das Cinchonin in grossen Krystallen an, die Mutterlauge, welche neben Chinin noch Cinchonin enthält, wird mit Schwefelsäure neutralisirt, beim Abdampfen der etwas sauren Lösung der Salze schiesst zuerst das schwefelsaure Chinin an. Beide Alkaloide lassen sich auch durch Aether trennen.

Chinin, $H^{12}C^{20}NO^2$, krystallisirt nur schwer in kleinen farblosen Nadeln mit 1 At. Wasser; von bitterm Geschmack, schmilzt bei 90° zu einer weissen, durch Reiben negativ electrisch werdenden Masse, löst sich leicht in Alkohol und Aether, giebt mit Säuren meist krystallisirbare Salze, mit Schwefelsäure ein basisches schwer lösliches Salz, welches in Nadeln krystallisirt und beim Erwärmen phosphorescirt; das neutrale schwefelsaure Salz dagegen krystallisirt in vierseitigen Säulen und ist leicht löslich.

Setzt man zu einer verdünnten Lösung eines Chininsalzes einige Tropfen Schwefelsäure, so tritt eine blaue Eärbung ein, leitet man alsdann etwas Chlor hindurch, so wird die Flüssigkeit auf Zusatz von Ammoniak grün, oder braun, wenn noch mehr Chlor hinzutrat.

Cinchonin, $H^{11}C^{20}NO$, krystallisirt in grössern, geschobenen vierseitigen Säulen, schmeckt weniger bitter, löst sich nicht in Aether, seine Salze sind löslich, krystallisirbar, von bitterm Geschmack.

Aricin, $H^{12}C^{20}NO^3$, findet sich nur in der *China de Cusco*; wird wie das Chinin dargestellt, krystallisirt in Nadeln, schmeckt wenig bitter, löst sich in Aether, wird von concentrirter Salpetersäure mit grüner Farbe aufgelöst.

Veratrin und Sabadillin.

Beide Pflanzenbasen finden sich in den Samen von *Veratrum Sabadilla*, die erstre auch in der Wurzel von *Vera-*

trum album. Die Sabadillsamen werden mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit mit kohlensaurem Kali gesättigt, und das abgedampfte Extract mit Alkohol ausgezogen; der durch Abdampfen der alkoholischen Lösung erhaltene Rückstand wird mit verdünnter Schwefelsäure ausgezogen, und die Salzbasen durch kohlensaures Natron gefällt; in kochendem Wasser wird nun das Sabidillin und darauf das Veratrin noch einmal in verdünnter Schwefelsäure gelöst und durch kohlensaures Natron gefällt; das Sabadillin scheidet sich aus der kochenden, wässrigen Lösung von selbst aus.

Veratrin, $\text{H}^{21}\text{C}^{4}\text{N}\text{O}^6$, ist nicht krystallisirbar, weiss, schmeckt brennend scharf, erregt das heftigste Niesen, schmilzt bei 115° , ist sublimirbar, löst sich in Aether; seine Salze sind krystallisirbar und schmecken brennend scharf.

Sabadillin, $\text{H}^{13}\text{C}^{20}\text{N}\text{O}^5$, krystallisirt mit 2 At. Wasser in kleinen sechsseitigen Säulen, von sehr scharfem Geschmack, schmilzt bei 200° , löst sich in warmem Wasser, giebt krystallisirbare Salze.

Solanin. $\text{H}^{73}\text{C}^{84}\text{N}\text{O}^{28}$.

Diese Salzbase findet sich in den Beeren von *Solanum nigrum*, in den Stengeln von *Sol. dulcamara* und den Kartoffelkeimen; man erhält sie, wenn man die Keime mit verdünnter Schwefelsäure auszieht, das Extract mit essigsau-rem Bleioxyd fällt, die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit mit Kalkhydrat versetzt, und den Niederschlag mit Alkohol extrahirt.

Das Solanin ist nur schwierig in Krystallen zu erhalten, schmeckt kratzend scharf, schmilzt über 100° , löst sich nur wenig in Aether, giebt mit Säuren gummiartige Salze.

Emetin. $\text{H}^{27}\text{C}^{37}\text{N}\text{O}^{10}$.

Das Emetin findet sich in der schwarzen Rinde der Brechwurz, (*Radix. Ipecacuanhae*, welche vorzüglich von *Cephaëlis Ipecacuanha* und von *Psychotria emetica* kommt). Die durch Aether vom Fett befreite Wurzelrinde wird mit kochendem Alkohol extrahirt; die alkoholische Lösung etwas abgedampft, mit Wasser versetzt und vom

ausgeschiedenen Fett abfiltrirt, die Base mit Talkerde gefällt und aus dem Niederschlage wieder durch Alkohol ausgezogen.

Das Emetin ist ein gelblich weisses Pulver, von widrigem Geschmack, wird an der Luft bräunlich und bäckt zusammen, schmilzt bei 50° , löst sich etwas in heissem Wasser, nicht in Aether, giebt mit Säuren gummiartige Salze.

Nicotin.

Dieses Alkaloid, welches sich in den Tabaksblättern an Essigsäure gebunden vorfindet, wird, wie oben *sub d* angegeben, dargestellt; es bildet eine farblose Flüssigkeit von scharfem Geruche und brennendem Geschmacke, kocht bei 246° , zersetzt sich an der Luft allmählig, löst sich in Wasser und Aether; seine Salze sind löslich; nur einige derselben können krystallisirt erhalten werden.

Aus verschiedenen Pflanzen hat man noch verschiedene Salzbasen ausgezogen:

aus dem Samen der Herbstzeitlose das Colchicin, einen krystallisirbaren in Wasser und Aether löslichen Stoff;

aus den Stephanskörnern das Delphinin, ein weisses, harzähnliches, leicht schmelzbares Pulver;

aus der Wurzel von *Corydalis bulbosa* und *subacea* das Corydalin, geschmacklose, leicht schmelzbare prismatische Krystalle;

aus *Aconitum napellus* das Aconitin, eine durchscheinende, schwierig krystallisirende Masse, die sich in heissem Wasser, Alkohol und Aether löst;

aus dem Stechapfel das Daturin, welches krystallisirbar, schmelzbar und flüchtig ist;

aus der *Atropa belladonna* das Atropin, glänzende Prismen, die leicht schmelzen, sich verflüchtigen, etwas in Wasser löslich sind;

aus dem Bilsenkraute das Hyoscyamin, ein krystallisirbares flüchtiges Alkaloid, und aus mehreren andern Pflanzen noch ähnliche Stoffe.

Indifferente Pflanzenstoffe.

Stärkmehl.

Dieser Stoff ist einer der am weitesten im Pflanzenreiche verbreiteten; er findet sich in den Samen aller Kotyledonengewächse, in vielen Wurzeln, im Stamme mehrerer Monokotyledonen und in einigen Flechtenarten.

Man unterscheidet mehrere Arten von Stärkmehl, die folgende Eigenschaften mit einander gemein haben: sie sind fest, nicht krystallisirbar, mehlig, ohne Geschmack und Geruch, unlöslich in Alkohol, Aether und kaltem Wasser, löslich in heissem Wasser, aus dem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden; ohne Reaction auf Pflanzenfarben; schmelzen beim Erhitzen, blähen sich auf, verkohlen und entwickeln brenzliche Dämpfe; werden durch Jod eigenthümlich gefärbt, aus ihren Lösungen durch Gerbsäure und Bleiessig gefällt, durch verdünnte Mineralsäuren in Krümelzucker, durch kochende concentrirte Salpetersäure in Sauerkleesäure und Pseudoäpfelsäure, ohne Spur von Schleimsäure, verwandelt; mit concentrirter Schwefelsäure destillirt, liefern sie Essigsäure und Ameisensäure.

— Gewöhnliches Stärkmehl, *Amylon*, $H^{10}C^{12}O^{10}$, wird vorzüglich aus den Samen der Getreidearten, aus den Kartoffeln, aus dem Marke der Sagopalme und einigen Wurzeln gewonnen.

Zur Darstellung des Stärkmehl zerkleinert man die genannten Pflanzensubstanzen, und spült sie in einem Seih-tuche mit kaltem Wasser aus; das ablaufende milchige Wasser setzt in der Ruhe die Stärke ab; dieselbe wird durch mehrmaliges Aufrühren in frischem Wasser gereinigt und getrocknet; enthält sie, (wie die aus den Samen der Gräser) viel Pflanzenleim, so lässt man sie mit Wasser sich von selbst säuern, oder versetzt sie durch Zusatz von säuerlichem Wasser in Gährung; durch die gebildete Säure wird der Pflanzenleim aufgelöst und mit dem Wasser entfernt.

Das Stärkmehl bildet, vor dem Mikroskop betrachtet, weisse, rundliche Körperchen, welche äusserlich von einer festern Umhüllung, innerlich aber aus mehr oder weniger dichten Lagen einer mehr oder weniger festen Substanz bestehen, und keinen flüssigen Kern enthalten; sie

sind in verschiedenen Pflanzen von verschiedener Grösse und Gestalt; in heissem Wasser lösen sie sich bis auf die Hüllen auf, scheiden sich aber beim Erkalten als *Kleister* aus; auf einem Reibstein zerrieben und mit kaltem Wasser übergossen, bilden sie ebenfalls eine kleisterartige Masse; beim Erhitzen schmelzen sie, und werden in auflösliches Gummi verwandelt; durch Jod wird das Stärkmehl schwarzblau gefärbt, in geringster Menge von Jod noch schön blau.

Durch Chlor, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, arsenige Säure und Quecksilberchlorid wird diese Färbung verhindert oder aufgehoben.

Ist Stärke längere Zeit mit Wasser in Berührung, so erzeugt sich Milchsäure; durch Wasser und Diastase wird die Stärke bei erhöhter Temperatur in Stärkmehlgummi oder Krümelzucker verwandelt.

Die Stärke verbindet sich leicht mit Säuren, besser noch mit Basen, auch mit einigen Salzen.

Alantstärkmehl, *Inulin* (isomer dem voranstehenden nach Mulder), findet sich in vielen Wurzeln, namentlich in der von *Inula Helenium* und in den Knollen der Georginen; man gewinnt es, indem man die zerkleinerten Wurzeln mit Wasser auskocht, die filtrirte noch heisse Flüssigkeit mit Eiweiss klärt, abschäumt und eindampft.

Beim Erkalten heisser Lösungen scheidet sich das *Inulin* als zartes weisses Pulver ab, es schmilzt über 100° und giebt Wasser ab, bildet dann eine grauweisse, schuppige, leicht pulverisirbare Masse; von Jod wird es gelb gefärbt; durch wiederholtes Behandeln mit kochendem Wasser wird es verändert.

Flechtenstärkmehl, *Lichenin*, (der gewöhnlichen Stärke isomer nach Mulder) findet sich in mehreren Flechtenarten, vorzüglich der *Cetraria islandica*; die zerschnittene Flechte wird einige Zeit mit kaltem Wasser in Berührung gelassen, welches etwas kohlensaures Kali enthält, damit der bittere Extractivstoff ausgezogen werde, darauf kocht man es mit Wasser aus, filtrirt heiss und lässt erkalten.

Die *Lichenin* scheidet sich nun als gelbgraue Gallert aus, die beim Trocknen braunschwarz wird; löst man

sie mehrmals in heissem Wasser und fällt durch Alkohol, so erhält man sie gelblich; die Substanz wird beim Trocknen glasglänzend, quillt in kaltem Wasser wieder zu Gallert auf, wird von Jod braungrün gefärbt.

Gummi.

Dieser Stoff findet sich fast in allen Pflanzen, jedoch von nicht völlig gleichen Eigenschaften; die gemeinschaftlichen Charactere der Gummiarten sind: feste, im trocknen Zustande meist weisse, durchscheinende Massen, ohne Spur von Krystallisation, leicht pulverisirbar, geruchlos, von schwachem, schleimigem Geschmack; sie lösen sich in kaltem und kochendem Wasser zu schleimigen Flüssigkeiten, werden daraus durch Alkohol und Bleiessig gefällt; sie sind unlöslich in Alkohol und Aether; ohne Reaction auf Pflanzenfarben; verbinden sich leicht mit Basen; schmelzen und verkohlen beim Erhitzen; werden durch concentrirte Mineralsäuren zersetzt, durch verdünnte in Krümelzucker verwandelt.

Acacin (dem Stärkmehl isomer nach Mulder), findet sich im *Gummi arabicum*, fliesst von selbst aus den Bäumen, den Geschlechtern *Mimosa* und *Acacia* angehörend; die wässrige Lösung desselben wird durch kieselsaures Kali gefällt; sie giebt mit Boraxlösung ein durchscheinendes Coagulum, mit Eisenchlorid eine braune Gallert und mit Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag; es wird durch Salpetersäure in Schleimsäure verwandelt (s. d. Art. *Schleimsäure*).

Cerasin schwitzt aus Bäumen des Genus *Prunus* aus, giebt mit Wasser eine weniger schleimige Lösung; wird weder von kieselsaurem Kali, noch Borax, noch Eisenchlorid gefällt, durch Bleiessig erst nach längerer Zeit; es giebt mit Zinnchlorid eine dichte Gallert, und wird von Salpetersäure in Schleimsäure umgewandelt.

Pflanzenschleim. $H^8 C^{12} O^{10}$.

Der Pflanzenschleim, auch *Bassorin*, *Pectin* genannt, findet sich weit verbreitet im Pflanzenreiche, theils ziemlich rein, theils mit Basen, theils mit Kali- und Kalksalzen verbunden, auch mit Gummi gemengt, vorzüglich

im Traganthgummi, der Althäwurzel, der Salepwurzel, im Leinsamen, im Saft vieler Rüben und Aepfel, Quitten u. s. w.

Man erhält ihn durch blosses Auspressen vieler Substanzen mit Wasser, oder durch Behandlung der ausgepressten Säfte mit Kalilauge und Auswaschen oder Fällen derselben mit Alkohol.

Getrocknet ist der Pflanzenschleim durchscheinend, hart, ohne Geruch und Geschmack, quillt in kaltem Wasser auf, löst sich nicht in kochendem Wasser, Alkohol und Aether, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, verbindet sich leicht mit Basen und Salzen, löst sich in Alkalien auf, ohne verändert zu werden; zersetzt sich im feuchten Zustande sehr bald in warmer Luft; schmilzt und verkohlt beim Erhitzen, und wird durch Salpetersäure in Schleimsäure verwandelt.

Zucker.

Die Zuckerarten finden sich hauptsächlich im Pflanzenreiche, kommen jedoch auch im thierischen Organismus vor; sie stimmen unter einander überein: durch ihren süßen Geschmack, ihre Löslichkeit im Wasser und Alkohol (wenigstens heissem), ihre Zersetzbarkeit in der Hitze und durch die Eigenschaft, durch Salpetersäure in Oxalsäure und Pseudoäpfelsäure verwandelt zu werden (ausser Milchezucker).

Einige derselben gehen, mit Hefe oder andern stickstoffhaltigen Materien versetzt, in Gährung über und liefern Alkohol (Rohrzucker, Krümelzucker, Schleimzucker, Milchezucker), andre nicht (Mannazucker, Gallenzucker, Glycyrrhizin).

Rohrzucker, $\text{H}^{10}\text{C}^{12}\text{O}^{10}$, findet sich vorzüglich im Zuckerrohre, im Ahorn, in den Wurzeln der Geschlechter *Beta*, *Daucus*, *Althaea* u. s. w.

Zu seiner Bereitung klärt man die frisch ausgepressten Zuckersäfte mit Kalkmilch, dampft sie bis zu einem gewissen Concentrationspunkte ein, kühlt schnell ab, lässt krystallisiren, und die süsse Mutterlauge (*Melasse*) ablaufen. Der so gewonnene, noch sehr gefärbte, unreine Zucker (*Rohzucker*) wird durch Wiederauflösen, Klären mit Kalk und Eiweiss oder Thierkohle gereinigt; dann dampft

man ein, stört nach dem Abkühlen die Krystallisation durch Umrühren, bringt die ausgeschiedene körnige Zuckermasse in Hutformen und befreit sie von anhängender brauner Mutterlauge dadurch, dass man aus feuchtem Thon Wasser allmählig hindurchsickern lässt (*Decken*).

Der *Rohrzucker* krystallisirt mit 1 At. Wasser verbunden in geschobenen vier- und sechsseitigen Säulen, phosphorescirt beim Reiben und Stossen im Finstern, verliert durch Schmelzen und durch starkes Einkochen seiner Lösung die Krystallisirbarkeit, schmilzt bei 180° zu einer farblosen Flüssigkeit, die nach dem Erkalten zu einer amorphen Masse erstarrt, *Gerstenzucker*, gegen 215° verwandelt er sich unter Abgabe von 3 At. Wasser in *Caramel*; er löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf; verbindet sich mit einigen Basen; reducirt mehrere Oxyde, wird durch verdünnte Schwefelsäure in Krümelzucker oder in Humus verwandelt, durch Chlor in Zuckersäure, geht mit Hefe versetzt in Gährung über.

Krümelzucker, *Traubenzucker*, *Fruchtzucker*, $H^{12}C^{12}O^{12}$, findet sich in vielen süssen Früchten, im Honig, im Harne der Harnruhrkranken, bildet sich durch Behandlung von Stärkmehl, Pflanzenfaser und dergl. mit verdünnter Schwefelsäure, oder aus Stärkmehl und Malz oder Diastase, wird aus den Pflanzensäften durch Klären derselben mit Eiweiss, Eindampfen und Krystallisiren erhalten, und aus Stärke bereitet, indem man dieselbe mit sehr verdünnter Schwefelsäure kocht, bis Alkohol die Flüssigkeit nicht mehr trübt, und dann die freie Schwefelsäure mit Kreide sättigt, filtrirt und abdampft.

Dieser Zucker krystallisirt mit 2 At. Wasser in kleinen vierseitigen Tafeln oder blumenkohlartig gruppirten Blättchen, schmeckt weniger süss als Rohrzucker, schmilzt bei 100° und verliert Wasser, wird bei 104° in *Caramel* verwandelt, löst sich schwerer in Wasser, als Rohrzucker, wenig in Alkohol, hat geringere Verwandtschaft zu Basen als der voranstehende Zucker, reducirt Kupferoxyd zu Oxydul; bildet mit Kochsalz eine deutlich krystallisirbare Verbindung, ist gährungsfähig, und wird durch Säuren wie der Rohrzucker zersetzt.

Schleimzucker nennt man jeden gährungsfähigen, nicht krystallisirbaren Syrup, sei er Educt von Pflanzen-

säften oder Honig, oder sei er durch Kochen oder Schmelzen andrer gährungsfähiger Zuckerarten erst gebildet worden.

Milchzucker, $H^{11}C^{12}O^{12}$, findet sich nur in der Milch der Säugethiere und wird aus den Molken durch Abdampfen erhalten.

Er krystallisirt mit 1 At. Wasser in rhombischen Säulen, schmeckt mehlig, schmilzt bei gelindem Erhitzen und verliert sein Krystallwasser, löst sich langsam in Wasser auf, fast gar nicht in kaltem Alkohol, wohl aber in heissem; verbindet sich mit Basen, reducirt Kupferoxyd zu Oxydul, wird durch verdünnte Mineralsäuren, so wie auch durch Citronensäure und Essigsäure in Krümelzucker, durch thierische Häute in Milchsäure, durch Salpetersäure in Schleimsäure verwandelt; geht mit Bier- und Weinhefe nicht in Gährung über, scheint aber mit Hülfe andrer stickstoffhaltiger Substanzen Alkohol bilden zu können.

Mannazucker, *Mannit*, $H^{14}C^{12}O^{12}$, findet sich im Saft der Mannaäse, des Lärchenbaumes, in einigen Schwämmen (*Schwammzucker*), scheint sich auch durch einen eigenthümlichen Gährungsprocess aus rohrzuckerhaltigen Pflanzensäften bilden zu können; er wird aus der Manna durch Abkochen mit Alkohol erhalten, aus der filtrirten Flüssigkeit scheidet er sich nemlich beim Erkalten aus.

Stern- oder warzenförmig gruppirte Blättchen und Nadeln; er schmilzt beim Erhitzen ohne Wasserverlust, löst sich in kaltem absolutem Alkohol fast gar nicht, verbindet sich mit Bleioxyd; ist der geistigen Gährung nicht fähig; wird durch Salpetersäure in Sauerkleesäure und Zuckersäure verwandelt.

Wurzelsüss, *Glycyrrhizin*, findet sich in der Wurzel von *Glycyrrhiza glabra* und *echinata* (vielleicht identisch mit dem der Wurzel von *Abrus precatorius*), wird erhalten, wenn man eine Abkochung jener Wurzel mit Schwefelsäure fällt, den Niederschlag mit Alkohol auszieht, die Lösung mit kohlensaurem Kali neutralisirt und abdampft; braungelbes, glänzendes Pulver, von ekelhaft süßem Geschmack, verbrennt in der Lichtflamme wie Harzpulver, verbindet sich gern mit Säuren zu unlöslichen, mit Alkalien zu löslichen Salzen, ist nicht gährungsfähig.

Gallenzucker, *Pikromel*, findet sich in der Galle von Menschen, vierfüßigen Thieren und Vögeln, wird dar-

aus auf verschiedene Weise gewonnen, krystallisirt in Körnchen, schmeckt dem Süssholzzucker ähnlich, scheint Stickstoff zu enthalten, geht mit Hefe nicht in Gährung über.

F e t t e .

Diese Stoffe kommen sehr häufig im Thier- und Pflanzenreiche vor; meist sind in ein und derselben Fettsubstanz mehrere chemisch verschiedene, wiewohl oft isomere, Fette gemengt.

Ihrer Consistenz nach theilt man sie in flüssige Fette oder fette Oele, in schmierige Fette von Salbenconsistenz oder Butterarten, vorzugsweise Fette genannt, und in feste, trockne Fette, Talge, Wachsorten.

Ihrer Zusammensetzung nach sind sie wenig von einander unterschieden, sie sind nemlich alle reich an Kohlenstoff und Wasserstoff, enthalten wenig Sauerstoff, einige Schwefel oder Phosphor, keines Stickstoff (Faserstofffett?).

In der Kälte oder aus kochenden alkoholischen Lösungen krystallisiren die meisten Fettarten in glänzenden, weissen Schuppen und Blättchen; in der Regel sind sie farblos und durchscheinend; sie sind sämmtlich leichter als Wasser, machen Papier und Leinen durchscheinend, leiten Electricität und Wärme schlecht, schmelzen meist unter 100° (ausser Gallenfett) ohne Zersetzung; lassen sich aber nur im luftleeren Raume theilweise unzersetzt verflüchtigen; sie sind in reinem Zustande ohne Geruch und Geschmack, lösen sich nicht in Wasser, grösstentheils in kochendem Alkohol, aus dem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden; sämmtlich in Aether und flüchtigen Oelen; sie sind in reinem Zustande ohne Reaction auf Pflanzenfarben, verändern sich aber an der Luft allmählig, bilden Fettsäuren und erlangen dadurch die Eigenschaft, Lackmus zu röthen.

Bei der trocknen Destillation liefern sie zum Theil brenzliche Stoffe und verkohlen, zum Theil werden sie auch in die ihnen entsprechenden Fettsäuren verwandelt; sehr schnell erhitzt oder auf glühende Körper gebracht, verkohlen sie und entwickeln ölbildendes Gas; durch concentrirte Mineralsäuren werden sie zersetzt, meist in Fettsäuren und bei Anwendung von Schwefelsäure zugleich in

Glycerinschwefelsäure verwandelt; durch Behandlung mit Lösungen von kaustischen Alkalien oder mit Bleioxyd oder Zinkoxyd und Wasser werden die am häufigsten in der organischen Natur vorkommenden Fettarten in eigenthümliche Fettsäuren, die sich mit der angewendeten Base verbinden (*verseifen*), und in einen ölartigen zuckersüssen, nicht krystallisirbaren Stoff, Glycerin, verwandelt.

Fette Oele des Pflanzenreichs.

Diese Körper finden sich sehr häufig in den Samen vieler Pflanzen, vorzüglich in den Samenlappen, zuweilen auch in dem sie umhüllenden Fleisch (Oliven), häufig auch in Fruchtkernen, seltner in andern Pflanzentheilen.

Zu ihrer Bereitung werden die Samen zerquetscht und stark ausgepresst; nimmt man das Auspressen bei gewöhnlicher Temperatur vor, so erhält man nicht alles und noch eiweisshaltiges Oel, daher geschieht das Auspressen häufig zwischen erwärmten Platten, jedoch wird es auch hier zum Theil zersetzt und nimmt fremde Stoffe anstatt des Eiweisses, welches durch Coagulation ausgeschieden wird, in sich auf; am besten verfährt man, wenn man die Samenmasse vorher im Dampfbade erhitzt und dann zwischen durch kochendes Wasser erwärmten Platten auspresst. Bei chemischen Untersuchungen gewinnt und reinigt man fette Oele auch durch Auskochen mit Wasser, auf dessen Oberfläche es sich ansammelt.

Durch künstliche Abkühlung oder durch Auflösen in kochendem Alkohol lassen sich die meisten Oele noch in zwei verschiedene Fettstoffe trennen; dasselbe geschieht auch, wenn man sie mit der Hälfte Aetznatron kocht, die zu ihrer Verseifung nothwendig ist; der talgartige Theil des Oeles wird dadurch verseift, während der ölartige rein zurückbleibt.

Das specifische Gewicht der fetten Oele schwankt zwischen 0,913 und 0,963, ihre Consistenz so wie ihr Erstarrungspunkt in der Kälte sind sehr verschieden; beim Erwärmen können sie vielen Stoffen als Lösungsmittel dienen: Schwefel, Selen, Phosphor, arseniger Säure, Schwefelkohlenstoff, Kochsalz, basischen Kupferoxydsalzen, Morphinum, Strychnin, Chinin und Cinchonin; sie selbst lösen

sich um so leichter in kochendem Alkohol auf, je mehr Sauerstoff sie enthalten. Bei 300° fangen sie an zu kochen, d. h. sie entwickeln Wasserdämpfe, Kohlensäure und werden später vollkommen zersetzt.

Einige fette Oele trocknen, in dünnen Lagen der Luft ausgesetzt, zu einer zähen, durchscheinenden, gelblichen Masse ein; dieselbe Veränderung erleiden sie in sehr kurzer Zeit durch Kochen mit etwas Bleioxyd oder Zinkoxyd; sie werden *eintrocknende* Oele genannt, und dieser Eigenschaft wegen zu Firnissen und zur Bereitung von Oelfarben angewendet; andre fette Oele verdicken sich auch an der Luft, bleiben aber stets schmierig und halbflüssig, werden sauer und ranzig.

Durch Kochen mit Talkerdehydrat und Wasser lässt sich die gebildete Säure wieder entfernen.

Sowohl bei dem Eintrocknen als bei dem Ranzigwerden absorbiren die Oele grosse Quantitäten von Sauerstoff, oft in dem Grade, dass sie sich erhitzen und in Berührung mit porösen brennbaren Stoffen sich entzünden können; sie entwickeln aber dafür wieder grosse Mengen Kohlensäure und etwas Wasserstoff; die eintrocknenden absorbiren noch mehr Sauerstoff und geben mehr Kohlensäure aus, als die nicht eintrocknenden.

Gegen concentrirte Mineralsäuren verhalten sich die fetten Oele gleich den Fetten im Allgemeinen; durch Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure werden sie meistens augenblicklich dunkelgrün oder braun gefärbt.

Diese Eigenschaft ist aber nicht den Oelen eigenthümlich, sondern rührt von Verunreinigungen her, die sich dadurch allmählig in schwarzbraunen Flocken absetzen.

Eine eigenthümliche Reaction zeigen die nicht eintrocknenden Oele gegen Untersalpetersäure, wenn sie nemlich einige Zeit mit jener Säure umgeschüttelt werden, so erstarren sie, indem sich zwei neue Substanzen, *Elaidin* und *Elaidinsäure*, erzeugen; diese Erscheinung findet blos bei dem wasserstoffreichern *Elain* der nicht eintrocknenden Oele statt, nicht mit dem wasserstoffärmern der eintrocknenden; mit concentrirter Salpetersäure erhitzen sich manche fette Oele bis zur Entzündung. Durch Alkalien werden alle fetten Oele verseift.

In allen fetten Oelen finden sich verschiedene Mengen fester Fette, nemlich *Margarin* und *Stearin*; der verschiedene Erstarrungspunkt der fetten Oele in der Kälte hat meist nicht in specifischen Verschiedenheiten der Fette seinen Grund, sondern darin, dass jene festen Fette in verschiedenen Quantitäten bestimmte Verbindungen mit dem Elain eingegangen sind.

Die im Handel vorkommenden Fette sind in der Regel mit Eiweiss, Schleim, Farbstoffen und andern Substanzen verunreinigt; hierin liegen zum Theil auch die Verschiedenheiten der fetten Oele.

Eintrocknende Oele sind von den gewöhnlicher vorkommenden *Leinöl*, *Wallnussöl*, *Hanföl*, *Mohnöl*, *Ricinusöl*, (lässt sich mit kaltem Alkohol in jedem Verhältnisse mischen), *Crotonöl*, *Tollkirschöl*, *Tabaköl*; von den nicht eintrocknenden verdienen genannt zu werden: *Mandelöl*, *Olivöl*, *Rüböl*.

Auch findet man im Pflanzenreiche noch einige butterartige Fette, die ausser ihrer Consistenz den fetten, nicht eintrocknenden Oelen ganz ähnlich sind, wie *Cacaobutter*, *Palmöl*, *Muskatbutter*, *Lorbeeröl*.

Ein andres von den bisher beschriebenen sehr verschiedenes Pflanzenfett ist das

Wachs.

Dieses findet sich häufig im Pflanzenreiche mit Harz, Chlorophyll und andern Stoffen gemengt; ob das Wachs der Bienen zwischen den Bauchringen derselben wirklich ausschwitzt, oder ob es auch unmittelbar aus dem Pflanzenreiche entlehnt ist, bleibt zur Zeit unentschieden. Man gewinnt das Wachs meist durch Auskochen des Bienenwachses, Umschmelzen und Bleichen an der Sonne.

Drei verschiedene Fette hat man im Wachse unterschieden, von denen das eine, *Cerain*, von vielen als Verseifungsproduct angesehen wird.

Das *Cerain* ist noch nicht isolirt dargestellt worden, es bildet den verseifbaren Theil des Wachses; durch Verseifung desselben bildet sich *Margarinsäure* und *Elainsäure*, aber kein Glycerin, nach einigen anstatt desselben das *Cerain*, welches nach andern schon gebildet im Wachse vorhanden ist.

Cerain trennt man von dem nicht verseifbaren Theile des Wachses durch kochenden Alkohol, in dem es sich auflöst; es ist hart, spröde, schmilzt über 70° , lässt sich ohne Zersetzung verflüchtigen, löst sich nur schwer in Aether und Terpenthinöl auf, nicht in kaltem Alkohol, ist nicht verseifbar.

Der nach der Verseifung in kochendem Alkohol unlösliche Theil des Wachses ist das **Myricin**, welches sich besonders in grosser Menge in den Kernen von *Myrica cerifera* findet; es ist meist härter und spröder als das Cerain, schmilzt bei 64° , kann durch Erhitzen unzersetzt destillirt werden, löst sich etwas in Aether, ist nicht verseifbar.

Thierische Fette.

Fast in allen Thieren hat man Fette gefunden; am häufigsten sind sie in das Zellgewebe der verschiedenen Organe des thierischen Organismus eingestreut; indessen kommen auch in besondern Theilen des thierischen Körpers eigenthümliche Fette vor, so wie manchen Thieren auch nur gewisse Fette eigenthümlich sind.

Um die Fette vom Zellgewebe und andern ihnen anhängenden thierischen Theilen zu trennen, zerschneidet man die Fettmassen, schmilzt sie in kochendem Wasser (dem man im Grossen meist etwas Schwefelsäure zusetzt), scheidet das Zellgewebe ab, schmilzt das Fett noch einmal um und sieht es durch.

Das so erhaltene gereinigte Fett ist aber in der Regel nicht eine einfache organische Substanz, sondern besteht, wie die fetten Oele, aus mehreren Fettarten, die durch vorsichtiges Schmelzen und Auspressen, Behandeln mit Alkohol u. s. w. von einander geschieden werden können. So besteht das Zellgewebefett der meisten warmblütigen Thiere aus drei Fettarten, einem ölartigen, dem *Elain* der nicht eintrocknenden Oele, einem butterartigen, dem *Margarin*, und einem festen, fast wachsähnlichen, dem *Stearin*; so verschieden die Zellgewebefette bei verschiedenen Thieren zu sein scheinen, indem sie durch Consistenz, Geschmack und Geruch sich bekanntlich so sehr unterscheiden, so tritt doch hier derselbe Fall wie bei den fetten Oelen ein, dass die verschiedene Schmelz-

barkeit und Consistenz derselben nur durch die Mengenverhältnisse bedingt wird, in welchen bei verschiedenen Thieren Elain, Margarin und Stearin gemischt sind; Geruch und Geschmack sind zufällige Eigenschaften aller Fette, die stets von Einmengungen herrühren. Bemerkenswerth ist in dieser Hinsicht noch, dass nach mikroskopischen Beobachtungen das Zellgewebefett aus kleinen polyedrischen oder sphärischen Körnchen besteht, die eine feste Hülle und einen flüssigen Kern zu haben scheinen.

Oelstoff, *Elain*, wird aus dem gewöhnlichen Zellgewebefett durch Auflösen in kochendem Alkohol erhalten, in letzterem bleibt es beim Erkalten gelöst; oder durch Abkühlen des Fettes und Auspressen zwischen Fliesspapier, in welches das Elain eindringt; oder durch unvollkommene Verseifung, wobei nur das Stearin und Margarin zersetzt wird, nicht das Elain.

Das Elain ist ein farbloses Oel, leitet galvanische Electricität nicht, erstarrt bei niedern Temperaturen, wird an der Luft ranzig, enthält meist etwas Margarin und Stearin, giebt bei der Verseifung *Elainsäure* und *Glycerin*.

Margarin findet sich in grossen Mengen im Menschenfett und Hammeltalg, Palmöl und Muskatbutter; es lässt sich nur schwer vom Stearin und Elain durch Auspressen in der Kälte und Auflösen in kochendem Alkohol darstellen, aus dem es sich später als das Stearin ausscheidet.

Das Margarin ist weiss, fest, schmilzt bei 50° , löst sich wenig in Alkohol, leicht in heissem Aether; aus beiden Lösungen scheidet es sich beim Erkalten in perlmutterglänzenden Blättchen aus, giebt bei der Verseifung *Margarinsäure* und *Glycerin*.

Talgstoff, *Stearin*, $H^{70}C^{73}O^7$, macht den Hauptbestandtheil der Talgarten aus, wird, wie beim Elain erwähnt gewonnen.

Das Stearin ist weiss, in glänzenden Blättchen krystallisirend, brüchig, trocken, leitet Galvanismus nicht, schmilzt schwerer als Margarin, giebt bei der Verseifung *Stearinsäure* und *Glycerin*.

Hammeltalgfett, *Hircin*, findet sich im Hammel- und Bocktalg mit Oelstoff verbunden, löst sich leichter in Weingeist als Elain, und wird durch Verseifen in eine flüchtige Fettsäure, *Hircinsäure*, verwandelt.

Thranfett, *Phocaenin*, findet sich im Thran mehrerer Fische mit Elain und etwas Delphinsäure verbunden, ist bei 16° sehr flüssig, in Weingeist leicht löslich, giebt bei der Verseifung so wie auch durch Ranzigwerden eine flüchtige Fettsäure, *Delphinsäure*.

Butterfett, *Butyrin*, in der Butter mit Elain und Stearin gemengt; farblose Flüssigkeit, spec. Gew. 0,908, bei 0° erstarrend, wird an der Luft ranzig und giebt *Buttersäure*, und wird durch Verseifen in 3 flüchtige Fettsäuren, *Buttersäure*, *Ziegensäure* und *Kuhsäure* verwandelt.

Wallrathfett, *Cetin*, findet sich im *Wallrath*, *Sperma ceti*, bildet weisse perlmutterglänzende Blättchen oder durchscheinende, glasglänzende Stücken von faseriger Textur, schmilzt bei 49°, destillirt in verschlossenen Gefässen bei 360° unzersetzt über, scheidet sich aus der siedenden Lösung in Alkohol beim Erkalten wieder aus, wird durch Verseifung in *Elainsäure*, *Margarinsäure* und *Aethyl*, eine wachsähnliche Substanz, verwandelt.

Gallenfett, *Cholestearin*, findet sich in der Galle, vorzüglich in manchen Gallensteinen, auch in manchen krankhaften Secretionen, bildet grosse perlmutterglänzende Schuppen. wachsähnlich, schmilzt bei 137°, im luftleeren Raume bei 360° destillirbar, wird nicht durch Alkalien verseift, durch Digestion mit concentrirter Salpetersäure aber in eine eigenthümliche Fettsäure, *Cholestearinsäure*, verwandelt.

Ambralfett, *Ambrin*, ist der Hauptbestandtheil der *Amбра*, krystallisirt in weissen, sternförmig oder warzenartig gruppirten Nadeln, schmilzt bei 30°, wird nicht verseift, durch Salpetersäure in eine Fettsäure, *Ambrinsäure*, verwandelt.

Bibergeilfett, *Castorin*, findet sich im *Bibergeil*, krystallisirt aus kochenden alkoholischen Lösungen in kleinen, vierseitigen Nadeln, ist pulverisirbar, trocken, schmilzt über 100°, ist nicht verseifbar, wird durch concentrirte Salpetersäure in *Castorinsäure* verwandelt.

Hirnfette. Nachdem die Fette des Gehirns schon einige Mal genauer untersucht worden sind, hat Couërbe

dieselben nochmals einer ausführlichen Untersuchung unterworfen: er unterscheidet 5 verschiedene Fettarten im Gehirn.

Cerebrot, Myelokonis, pulverförmiges Hirnstearin, ist unschmelzbar, in Aether unlöslich; es ist nicht verseifbar, enthält Phosphor, Stickstoff und Schwefel.

Cephalot ist gelbbraun, fest, erweicht beim Erwärmen ohne zu schmelzen, löst sich in Aether, nicht in Alkohol; es enthält ebenfalls Phosphor, Schwefel und Stickstoff, ist aber verseifbar.

Stearoconot ist schmutzig braun, unschmelzbar, in Alkohol und Aether unlöslich, in flüchtigen und fetten Oelen aber auflöslich; ist nicht verseifbar, enthält Phosphor, Schwefel und Stickstoff.

Eleencephol, Hirnelain, bildet ein öartiges Liquidum, welches in Alkohol wenig löslich ist, leicht aber in Aether und fetten und flüchtigen Oelen, zersetzt sich an der Luft und wird braun, enthält ebenfalls Phosphor, Schwefel und Stickstoff, ist nicht verseifbar.

Cholesterin, blättriges Hirnstearin, Cerebrin, ist nach Couërbe mit dem Gallenfett identisch; es krystallisirt in festen, durchscheinenden, glänzenden, länglichen Schuppen, ist wasserhaltig, schmilzt bei 145°, und wird undurchscheinend, ist leichtlöslicher in Alkohol als Gallenfett, giebt mit Salpetersäure eine Fettsäure, wird von Schwefelsäure blutroth gefärbt, kann nicht verseift werden und ist dem Gallensteinfett isomer.

Aetherische oder flüchtige Oele.

Die flüchtigen Oele sind vorzüglich im Pflanzenreiche weit verbreitet, einige finden sich auch im Thierreiche, ja es giebt sogar einige, die dem Mineralreiche angehören. In den Vegetabilien finden sie sich bald durch die ganze Pflanze verbreitet, bald nur in einzelnen Theilen derselben; in einer Pflanze kommen oft in verschiedenen Theilen verschiedene flüchtige Oele vor. Im Thierreiche bilden sie die noch wenig untersuchten Riechstoffe. Dem Mineralreiche entspringt das Steinöl, welches an mehrern Orten der Erdoberfläche hervorquillt.

Die meisten ätherischen Oele werden durch Destillation der ölhaltenden Pflanzensubstanzen mit Wasser gewonnen; man übergiesst zu dem Zwecke die frische, trockne oder eingesalzene Substanz mit dem 8 bis 10fachen Gewichte Wasser und destillirt den grössten Theil desselben ab; oder man leitet Wasserdämpfe über die vorher mit Wasser macerirten Pflanzentheile.

Obgleich alle ätherischen Oele des Pflanzenreichs erst über 100° kochen, so verflüchtigen sie sich doch leicht in einer Atmosphäre von Wasserdampf; ist die Siedehitze des Wassers zur leichten Verflüchtigung des ätherischen Oels nicht ausreichend, so setzt man dem Wasser Kochsalz zu. (Kochpunkt der concentrirten Kochsalzlösung ist = 109,7).

Das in der Vorlage gesammelte Wasser ist anfangs milchig, setzt aber nach einiger Zeit das ätherische Oel, je nach dessen specifischem Gewichte, auf seiner Oberfläche oder am Boden des Gefässes ab; das Wasser hält indessen einen Theil des Oels aufgelöst zurück.

Durch Reiben und Auspressen wird nur eine geringe Zahl ätherischer Oele bereitet.

Manche Blumen enthalten so wenig oder ein solches ätherisches Oel, dass es durch Destillation mit Wasser nicht gewonnen werden kann; man trägt dann die riechenden Substanzen in ein reines fettes Oel ein, oder schichtet sie mit in Oel getauchter Baumwolle zusammen, und destillirt diese dann mit Wasser, wenn das Oel überhaupt isolirt dargestellt werden kann.

Frisch bereitet sind die meisten flüchtigen Oele gelblich gefärbt oder farblos, doch sind manche auch eigenthümlich gefärbt, gelb, braun, roth, grün, am seltensten blau; einige färben sich erst an der Luft allmählig; sie haben sämmtlich einen ausgezeichneten Geruch und einen aromatisch scharfen, brennenden Geschmack und machen die Haut rauh; die meisten sind leichter als Wasser, einige (namentlich die schwefelhaltigen) schwerer; durch Abkühlen werden die meisten in zwei Substanzen zerlegt, von denen die eine sich ausscheidet, *Stearopten*, die andre selbst in strenger Kälte noch flüssig bleibt *Elaeopten*; jene Ausscheidung geschieht bei einigen über 0°, bei andern wenig unter 0°, bei den meisten bei — 25°; einige sind schon

bei gewöhnlicher Temperatur fest, *Campher*; die ätherischen Oele sieden meist bei 150° bis 160°, einige auch erst bei noch höherer Temperatur; bei der Destillation gehen sie aber nur zum Theil unzersetzt über, ein grosser Theil des Oels wird durch Hitze immer zerlegt; die Dämpfe vieler Oele färben geröthetes Lackmus blau, ohne Ammoniak zu enthalten.

Ihrer Zusammensetzung nach lassen sich die flüchtigen Oele in *sauerstofffreie*, *sauerstoffhaltige* und *schwefelhaltige* eintheilen.

Sämmtliche *sauerstofffreie* Oele sind polymere Körper = H^8C^{10} , es giebt deren sechs: *Terpenthinöl*, *Citronenöl*, *Wachholderbeeröl*, *Copaivabalsamöl*, *indifferentes Nelkenöl* und *indifferentes Baldrianöl*; die meisten flüchtigen Oele sind *sauerstoffhaltig*; nur gering ist dagegen die Anzahl der *schwefelhaltigen*, nemlich *Meerrettigöl*, *Senföl*, *Knoblauchöl* und *Löffelkrautöl*; die Oele letzterer Art röthen die Haut und ziehen Blasen.

Unter dem Einflusse des Lichts verändern sich viele ätherische Oele, jedoch besonders bei Luftzutritt; sie nehmen meist eine dunklere Farbe an, werden dickflüssiger und verlieren viel von ihrem Geruche; sie absorbiren dabei Sauerstoff, entwickeln Kohlensäure und verwandeln sich in Essigsäure, Benzoësäure und Harz, welches bei den *sauerstofffreien* meist ein Oxyd des Oels und bei den *sauerstoffhaltigen* eine höhere Oxydationsstufe zu sein pflegt.

In Wasser lösen sich die flüchtigen Oele etwas auf, und ertheilen demselben ihren specifischen Geruch; in wasserhaltigem Alkohol sind die *sauerstofffreien* Oele nicht löslich; je mehr sie aber Sauerstoff enthalten, desto auflöslicher scheinen sie darin zu sein; in absolutem Alkohol, Aether und fetten Oelen sind sie alle leicht auflöslich, so wie auch in concentrirter Essigsäure.

Sie nehmen Schwefel und Phosphor, vorzüglich beim Erwärmen, in sich auf, scheiden diese Körper aber beim Erkalten zum Theil wieder ab; sie können ferner folgenden Körpern als Lösungsmittel dienen: Fetten, Harzen, Kampher, einigen Farbstoffen und Pflanzenbasen.

Sie sind leicht entzündlich und verbrennen mit röthlicher rusender Flamme; einige entzünden sich beim Mischen mit rauchender Salpetersäure oder mit concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure; durch verdünntere Salpetersäure werden sie in Oxalsäure und Benzoësäure verwandelt; durch concentrirte Schwefelsäure werden sie geschwärzt und zersetzt, durch Chlor und Brom ebenfalls zerlegt; Jod bewirkt in manchen ätherischen Oelen eine Verpuffung; mit Chlorwasserstoffgas vereinigen sich mehrere der sauerstofffreien Oele zu festen Massen in bestimmter Proportion. Zu Basen haben die flüchtigen Oele sehr geringe Verwandtschaft; Ammoniakgas wird meist von ihnen absorbirt; nur wenige können mit Aetznatron verbunden werden.

Terpenthinöl. Aus Einschnitten in den Stamm verschiedener Pinusarten fließt eine graugelbliche zähe Flüssigkeit, der *Terpenthin* aus, welcher ein Gemeng eines Harzes mit ätherischem Oel ist. Um letzteres daraus zu erhalten, wird der Terpenthin theils ohne Wasser, theils mit Wasser abdestillirt.

Frisch bereitet ist es farblos, dünnflüssig, spec. Gew. 0,86, kocht bei 157° und setzt bei — 27° eine krystallinische Masse ab; wegen seines steten Gehalts an Bernsteinsäure röthet es immer Lackmus. Durch Chlorwasserstoffgas wird das Terpenthinöl in zwei isomere Stoffe zerlegt.

Der eine, *Dadyl*, scheidet sich mit Salzsäure verbunden in Form einer krystallinischen Masse ab, $H^{16}C^{20} + HCl$; der andre bildet mit Salzsäure eine braune Flüssigkeit, salzsaures *Peucyl*; beide Stoffe trennt man von der Säure durch Destillation über Kalk. Das *Dadyl* ist eine farblose, aromatisch riechende Flüssigkeit, spec. Gew. 0,87, siedet bei 145°, das *Peucyl* ist farblos, dünnflüssig, spec. Gew. 0,86, siedet bei 134°.

Citronenöl wird durch Auspressen von Citronenschalen erhalten; mit Wasser umdestillirt, bildet es eine farblose Flüssigkeit, spec. Gew. = 0,847, siedet bei 167°, erstarrt noch nicht bei — 20°; liefert, in der Kälte mit Chlorwasserstoff behandelt, ein krystallinisches Product, salzsaures *Citronyl*, $H^8C^{10} + HCl$, und ein flüssiges, salzsaures *Citryl*.

Durch Kalk von der Salzsäure getrennt, bildet das Citronyl eine farblose Flüssigkeit, spec. Gew. = 0,856, siedet bei 165°.

Bei längerem Aufbewahren in schlecht verschlossenen Gefässen setzt das Citronenöl eine stearopteuähnliche Masse ab, die durch Wasser ausziehbar ist.

Wachholderbeeröl, durch Destillation zerquetschter Wachholderbeeren mit Salzwasser gewonnen, kann durch vorsichtig geleitete Destillation in ein flüchtigeres und ein weniger flüchtiges Oel getrennt werden. Das flüchtigere, farblose Oel kocht bei 155°, spec. Gew. = 0,839; es verharzt sehr schnell an der Luft, scheidet mit Salzwasser ein krystallinisches Hydrat aus, und explodirt mit Jod. Das weniger flüchtige Oel ist immer gelblich gefärbt, spec. Gew. = 0,876, siedet bei 105°, verpufft nicht mit Jod.

Cajeputöl, wird durch Destillation der Blätter von *Melaleuca leucodendron* mit Wasser gewonnen; es ist ein grünes, dünnflüssiges Oel, welches durch wiederholte Destillation farblos erhalten werden kann, kocht bei 175°.

Anisöl wird aus dem Samen von *Pimpinella anisum* bereitet, es ist farblos, erstarrt meist schon bei +10° und bleibt bis 17° fest.

Die Menge des so ausgeschiedenen Stearoptens variirt sehr; dieses Stearopten, $H^6C^{10}O$, ist weiss, krystallinisch, schmilzt bei 16° und siedet bei 220°. Mit dem Elaeopten gemengt verharzt es leicht.

Fenchelöl wird aus dem Samen von *Anethum graveolens* gewonnen; es ist farblos, scheidet bei 10° ein dem des Anisöls ganz ähnliches Stearopten aus.

Lavendelöl wird aus den Blüthen von *Lavandula Spica* bereitet; es ist gelb, dünnflüssig, setzt an der Luft einen dem Kampher isomeren Körper ab.

Pomeranzenblüthöl, *Oleum Neroli*, wird durch Destillation der Blüthen von *Citrus aurantium* gewonnen; es ist gelb, leicht flüssig, leichter als Wasser; die wässrige Lösung desselben wird durch Schwefelsäure rosenroth gefärbt; starker Alkohol scheidet aus diesem Oele nur eine sehr geringe Menge ($1\frac{0}{10}$) Stearopten aus.

Rosenöl wird sowohl durch Maceriren der Blumenblätter von *Rosa centifolia* und *sempervirens* mit Oel als durch Destillation derselben mit Wasser gewonnen;

es ist farblos, leichter als Wasser; erstarrt bei niedern Wärmegraden und schmilzt erst bei 30° .

Das *Rosenstearopten* ist krystallinisch, schmilzt bei 35° , siedet über 280° , riecht nicht, enthält keinen Sauerstoff, ist ein dem ölbildenden Gase polymerer Körper; des *Elaeopten* hat den eigenthümlichen Rosegeruch und ist sauerstoffhaltig.

Chamillenöl, aus den Blumen von *Matricaria chamomilla*, ist dunkelblau, dickflüssig.

Blaue flüchtige Oele erhält man auch aus *Anthemis nobilis*, *Arnica montana* und *Achillea millefolium*.

Muskatnussöl, *Oleum macidis*, aus den Muskatnüssen und dem Ueberzug derselben, (von *Myristica moschata*), ist farblos oder gelblich, dickflüssig, wird in ein flüchtigeres flüssiges Oel, das oben aufschwimmt, und in ein andres von Butterconsistenz, welches untersinkt, geschieden.

Nach längerem Stehen setzt das Muskatnussöl eine kampherähnliche Substanz ab, die erst über 100° schmilzt = *Myristicin*.

Gewürznelkenöl, aus den noch unentwickelten Blütenknospen von *Caryophyllus aromatica*, ist farblos, wird allmählig gelbbraun, spec. Gew. = 1,066, erstarrt noch nicht bei 0° , wird durch Chlor grün und braun gefärbt, durch Schwefelsäure roth, durch Salpetersäure in Oxalsäure verwandelt, röthet Lackmus.

Das Gewürznelkenöl besteht nemlich aus einem indifferenten und einem electronegativen Oele; das von letztern durch Basen getrennte indifferente Oel ist farblos; siedet bei 142° , verbindet sich mit Salzsäure, enthält keinen Sauerstoff = $H^8 C^{10}$. Das electronegative Oel, welches, nachdem das flüchtigere Oel abdestillirt worden ist, von seiner Base durch Schwefelsäure getrennt wird, ist farblos, spec. Gew. = 1,079, siedet bei 243° , röthet Lackmus, ist sauerstoffhaltig, ($H^{15} C^{24} O^5$).

Bei langem Aufbewahren setzt sich aus dem Nelkenöl ein Stearopten, *Caryophyllin*, ab; es ist weiss, schwer schmelzbar, zersetzt sich in der Hitze, besteht aus $H^{16} C^{20} O^2$.

Wenn Nelkenöl mit Wasser abdestillirt wird, so setzt sich aus diesem eine in weissen Blättchen krystallisirende Substanz ab, *Eugenin*, $H^{12} H^{20} C^4$.

Bittermandelöl, $H^6 C^{14} O^2$, wird durch Destillation der bittern Mandeln, der Kirschlorbeer- und Faulbaumblät-

ter mit Wasser gewonnen; um es von Blausäure zu befreien, schüttelt man es mit Eisenchlorür und Kalkhydrat und destillirt das Oel ab. Es ist dünnflüssig, farblos, spec. Gew. 1,043, kocht über 130° , kann durch glühende Röhren ohne Zersetzung geleitet werden, verwandelt sich an der Luft in Benzoësäurehydrat ($\text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^2 + 2\text{O} = \text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^3 + \text{HO}$). (S. d. Art. Amygdalin und unter den Radicalen: Benzoyl).

Zimmtöl, $\text{H}^8\text{C}^{18}\text{O}^2$, aus der Zimmtrinde von *Laurus cinnamomum*, ist gelb, kommt in verschiedenen Sorten vor, bildet mit Kalihydrat unter Wasserstoffentwicklung ein Salz; an der Luft verwandelt es sich unter Sauerstoffabsorption in Zimmtsäure.

Oel von *Spiraea ulmaria*, aus deren Blüthen, gelb, schwerer als Wasser, besteht aus zwei Körpern, wovon der eine sich mit Basen verbindet. (S. d. Art. Salicyl [salicylige Säure]).

Senföl, $\text{H}^{20}\text{C}^{32}\text{N}^4\text{S}^5\text{O}^5$, ist nicht fertig gebildet in den Senfsamen, sondern wird erst bei der Destillation derselben mit Wasser gebildet; es ist klar, farblos, spec. Gew. = 1,015, siedet bei 143° ; zieht auf der Haut Blasen, verbindet sich mit Ammoniak zu einem krystallisirbaren Körper.

Steinöl, *Naphtha*, *Petroleum*, findet sich an mehreren Orten der Erde, (Persien und Ostindien) quillt daselbst theils von selbst hervor, theils gräbt man Brunnen, in denen es sich allmählig ansammelt; man kann es auch durch trockne Destillation mancher Steinkohlen erhalten; die persische Naphtha ist farblos, dünnflüssig, spec. Gew. = 0,753, siedet bei 71° , färbt sich dunkel und siedet dann erst bei höherer Temperatur; das gewöhnliche Steinöl enthält harzige Substanzen aufgelöst, ist von röthlichgelber Farbe, spec. Gew. = 0,836; bei wiederholter Rectification mit Wasser nimmt sein spec. Gewicht ab, der Siedepunkt steigt dagegen; es ist dem ölbildenden Gase polymer.

Campher, $\text{H}^8\text{C}^{10}\text{O}$, findet sich in mehreren Bäumen, den Geschlechtern *Laurus* und *Dryobalanops* angehörend, durch die ganze Pflanze verbreitet; man gewinnt ihn aus dem Holze jener Bäume durch Destillation mit Wasser in eisernen oder kupfernen Gefäßen; der Campher setzt sich an dem im Helme befindlichen Reischrohr fest; dieser rohe Campher wird raffinirt, indem

man ihn in niedrigen gläsernen Kolben mit etwas Kalk versetzt und von Neuem sublimirt.

Weisse, feste, durchscheinende Masse von körnigem Gefüge, in Oktaëdern krystallisirbar, sehr zähe, nur nach dem Benetzen mit Weingeist pulverisirbar, von erwärmend bitterlichem Geschmacke, spec. Gew. = 0,985, schmilzt bei 178°, kocht bei 204° und verflüchtigt sich ohne alle Zersetzung; er löst sich in kochendem Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen, Schwefelkohlenstoff und Essigsäure, absorbirt Salzsäuregas und zerfliesst, verbindet sich mit Schwefel, Phosphor und Jod; von concentrirten Mineralsäuren wird er ohne Zersetzung aufgelöst, durch Wasser wieder daraus niedergeschlagen; ätzende Alkalien lösen ihn nicht auf.

Harze.

Die Harze, *Resinae*, gehören grösstentheils dem Pflanzenreiche an; doch finden sich auch einige in animalischen Körpern; die fossil gefundenen Harze haben ihren Ursprung wahrscheinlich in der Zersetzung untergegangener Pflanzen.

Sie fliessen zum Theil freiwillig aus der Rinde der Bäume, theils durch künstlich gemachte Einschnitte hervor, meist verbunden mit ätherischem Oel, das aber an der Luft sich noch in Harz verwandelt; aus vielen Pflanzen erhält man sie durch Ausziehen mit Alkohol; aus den alkoholischen Lösungen scheidet man sie durch Zusatz von Wasser aus, trocknet und schmilzt sie.

Die verschiedenen Harze haben folgende Eigenschaften mit einander gemein: sie sind fest, meist amorph, nur selten krystallisirbar, meist spröd, wenigstens in der Kälte pulverisirbar, spec. Gew. zwischen 0,93 und 1,20, leiten Electricität nicht, werden durch Reiben stark negativ electrisch, sind farblos, gelb, braun, grün, etwas durchscheinend, in reinem Zustande ohne Geruch und Geschmack; oft enthalten sie noch viel ätherisches Oel und bilden dann zähe, dicke Flüssigkeiten, oder weiche, honigähnliche Massen, *Balsame* oder *Weichharze*. Die reinen Harze schmelzen bei mässiger Wärme, werden aber bei höherer

Temperatur zersetzt, indem sie Kohlensäure, brennbare saure Dämpfe und ein wenig glänzende Kohle liefern. An der Luft erhitzt, entzünden sie sich und verbrennen mit heller rusender Flamme. In Wasser sind sie unlöslich, obgleich einige von ihnen damit Hydrate bilden können; leicht lösen sie sich auf in Alkohol, flüchtigen Oelen und in Schwefelkohlenstoff; nur einige sind in Aether löslich. Die Auflösungen der meisten Harze in Alkohol röthen Lackmus; durch Zusatz von Wasser werden diese Lösungen milchig trübe; der weiche, knetbare Niederschlag wird nach dem Trocknen hart.

Leicht lassen sich die Harze mit Schwefel, Phosphor und Fetten zusammenschmelzen; durch concentrirte Mineralsäuren werden sie in der Kälte aufgelöst, in der Wärme aber zersetzt, vorzüglich unter Bildung künstlichen Gerbstoffs.

Die meisten Harze verbinden sich, ohne wie die Fette eine Zersetzung zu erleiden, mit Alkalien, und bilden mit ihnen in Wasser lösliche Salze, von denen sie auf andre Basen durch Wahlverwandtschaft übertragen werden können; die harzsauren Erden und Metalloxyde sind in Wasser unlöslich, aber grossentheils löslich in Alkohol und flüchtigen Oelen.

So wie die Fette und die ätherischen Oele meist aus mehreren einander ähnlichen Substanzen bestehen, so auch die Harze, wie sie zunächst aus dem Pflanzenreiche erhalten werden. Diese Harze unterscheiden sich meist durch den Grad ihrer Acidität; ja es giebt deren auch, die völlig indifferent sind.

Unverdorben hat die Harze nach ihrer verschiedenen Neigung sich mit Basen zu verbinden in 4 Classen eingetheilt:

- a) *stark electronegative* Harze, d. h. solche, welche in Ammoniak gelöst, selbst beim Abdampfen nicht alles Ammoniak verlieren;
- b) *mässig electronegative*, die in Ammoniak sich zwar auflösen, jedoch beim Eindampfen dasselbe wieder abgeben, und noch im Stande sind, die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien auszutreiben;
- c) *schwach electronegative*, die sich weder in Ammoniak noch in einer kochenden Lösung von kohlensaurem Na-

tron auflösen, wohl aber in fixen ätzenden Alkalien; ihre alkoholischen Lösungen röthen nur beim Erwärmen Lackmus;

d) *indifferente* Harze, d. h. solche, die sich nicht mit Alkalien verbinden, und ohne alle Reaction auf Lackmus sind.

Alle Harze bestehen aus viel Kohlenstoff und Wasserstoff, und nur wenig Sauerstoff, nie enthalten sie Stickstoff oder andre Elemente.

Flüssige Harze. Balsame.

Terpenthin von verschiedenen Specien der Genera *Pinus* und *Pistacea*, honigartige, graugelbliche Masse, besteht aus einem flüchtigen Oele und drei Harzen, einem krystallisirbaren und einem nicht krystallisirbaren saurem Harze, die einander isomer sind, und einem indifferenten Harze.

Weisses Fichtenharz, *Galipot*, ist das an Fichten und Tannen aus dem ausgeflossenen Terpenthin entstandene Harz. Das Harz, welches bei der Destillation des Terpenthins mit Wasser zurückbleibt, nennt man *Colophonium*.

Copaivabalsam, von mehrern Arten des Geschlechts *Copaifera*, ist blassgelb, ziemlich flüssig, löst grosse Mengen Talkerde auf, und wird von Aetzammoniak aufgelöst, woraus sich allmählig Krystalle ohne Ammoniak absetzen:

Er enthält ein sauerstofffreies, mit Salzsäure verbindbares flüchtiges Oel, ein gelbes, in achtseitigen Prismen krystallisirendes Harz von mässig electronegativen Eigenschaften, $H^8C^{10}O$, und ein gelblich braunes, salbeuartiges, indifferentes Harz.

Menabalsam, *Opobalsamum*, von *Amyris gyleadense*, ist frisch weisslich trüb, wird später durchsichtig, gelb und mehr consistent; in Alkohol nicht vollständig löslich.

Er enthält ein flüchtiges Oel, ein hartes, schwach electronegatives und ein weiches, braunes indifferentes Harz.

Perubalsam, von *Myroxylon peruiferum*, dunkel rothbraune, ölartige Flüssigkeit, welche an der Luft sich nicht verdickt und erhärtet.

Er enthält ein schwer zu verflüchtigendes Oel, ein dunkelbraunes, in Alkohol leicht lösliches Harz und ein schwarzbraunes, nur in

kochendem Alkohol lösliches (beide mässig electronegativ) und viel Benzoësäure (über $6\frac{0}{0}$).

Flüssiger Storax, theil von *Liquidambar styraciflua*, theils von *Altingia excelsa*; der aus jenem Baume gewonnene Storax ist rothbraun, dicklich, trocknet nie, enthält flüchtiges Oel, Harze und Benzoësäure.

Harte Harze.

Fichtenharz enthält die beim Terpenthin angeführten zwei Harze.

Copal, von *Rhus copalinum* und *Elaeocarpus copaliferus*, kommt theils in kleinen, theils in grossen, blassgelblichen, harten Massen vor, welche die Durchsichtigkeit und den Glanz des Glases haben; löst sich leicht in Alkohol, wenig in Aether.

Er enthält 5 Harze, nemlich 2 mässig electronegative, von denen das eine in Weingeist löslich, das andre unlöslich ist, zwei schwach electronegative, pulverförmige, nicht ohne Zersetzung schmelzbare Harze, und ein indifferentes Harz; die drei letztern Harze sind in absolutem Alkohol unlöslich.

Gummilack wird zu Assam in Ostindien von den Zweigen mehrerer Bäume und Sträucher (*Ficus*, *Zizyphus*, *Mimosa*, *Rhamnus*) gesammelt. Es entsteht, indem eine Art Schildlaus, *Coccus Laccae*, Einstiche in die jungen Zweige macht; in die ausfliessende, schleimige Flüssigkeit hüllen sich die Thierchen mit ihrer Brut ein; später durchbohren diese Insecten die äussre Hülle und hinterlassen nun die an den Zweigen noch haftende Harzmasse, die, mit den holzigen Theilen gesammelt, *Stocklack* genannt wird. Die von den Zweigen abgenommenen und von dem Pigment durch Behandlung mit kohlensaurem Natron befreiten Stücke heissen *Körnerlack*. Letztern erwärmt man in leinenen Säcken, presst ihn durch, und drückt ihn zwischen Pisangblättern zu dünnern oder dickern Tafeln aus, *Schellack* oder *Tafellack*, derselbe ist gelbbraun oder braunroth, hart, glänzend, durchscheinend. Man bleicht ihn, indem man seine Auflösung in Aetzkali durch Salzsäure zersetzt und dann Chlor hindurch leitet, oder jene Lösung in Chlorkalklösung schüttet und durch Salzsäure das Harz niederschlägt.

Der Gummilack enthält ausser Farbstoff, Extractivstoff und Fett, fünf harzartige Körper, nemlich nur in Alkohol und Aether lösliches, mässig electronegatives Harz, ein in Aether, nicht in Alkohol lösliches, mit Alkalien und alkalischen Erden leicht verbindbares Harz, ein stark electronegatives, in Nadeln krystallisirbares, ein nicht krystallisirbares, in Alkohol und Aether sehr leicht lösliches, nicht in Steinöl auflösbares, mässig negatives Harz, einen nur in heissem Alkohol, beim Erkalten sich wieder ausscheidenden, harzähnlichen Körper und einen in Alkohol völlig unlöslichen Körper, *Lackstoff*.

Guajakharz, von *Guajacum officinale*, grosse, grünlichbraune, durchscheinende Stücke, leicht zerreiblich, riecht beim Erhitzen aromatisch; sein weisses Pulver absorbirt an der Luft Sauerstoff und wird grün, von Chlor wird es blau und braun gefärbt; durch Ammoniak wird die Färbung in eine grüne verwandelt; die alkoholische Lösung des Guajakharzes färbt viele Pflanzenstoffe und frische Milch blau.

Es enthält ein, in Ammoniak schwer lösliches, mässig electronegatives Harz, dem es seine hauptsächlichsten Eigenschaften verdankt, und in geringer Menge ein in Ammoniak sehr leicht lösliches.

Elemie, von *Amyris elemifera* und *ceylonica*, zähe gelbe Stücken von aromatischem Geruch.

Es enthält ätherisches Oel, bitteren Extractivstoff, ein krystallisirbares, nur in kochendem Alkohol lösliches, indifferentes Harz und ein durchsichtiges, Lackmus röthendes.

Drachenblut, aus den Samen und Zweigen von *Pterocarpus draco* und *santalinus* von *Dracaena draco* und aus den Früchten von *Calamus Rotang*; dunkelrothbraune Stücken, pulverisirt hochroth, wird von Alkohol, Aether, Oelen und Alkalien leicht aufgelöst, und zwar mit rother Farbe.

Es enthält ein rothes Harz, fettes Oel, oxalsauren und phosphorsauren Kalk und etwas Benzoësäure.

Mastix, von *Pistacia lentiscus*, gelblich, durchscheinend, spröd, von bitterem Geschmack, zwischen den Zähnen erweichend, auf glühenden Kohlen einen angenehmen Geruch verbreitend.

Es enthält ein in Weingeist, und ein nur in absolutem Alkohol lösliches Harz.

Dammar, Katzenaugenharz, von *Agathis loranthifolia*, gelblich, durchsichtig, spröd, geruch- und geschmacklos.

Es enthält eine Spur flüchtigen Oels und zwei indifferente Harze, von denen das eine sich in Alkohol löst, das andre nicht.

Sandarach, von *Thuia articulata* und *Juniperus communis*, blassgelb, durchscheinend, spröd, von schwach aromatischem Geruch.

Es enthält drei Harze, von denen das eine, mässig electronegativ, dem nicht krystallisirbaren Harze des Terpentins ähnlich ist, das andre gelb, in Alkohol, Aether und Alkalien und das dritte in 90 $\frac{0}{0}$ starken Alkohol löslich ist.

Anime, von *Hymenaea Courbaril*, schmutzig gelblich, von schwachem Geruch.

Es enthält eine geringe Menge flüchtigen Oels, ein in kaltem Alkohol lösliches Harz und eine in kochendem Alkohol lösliche, krystallisirbare und sublimirbare Substanz.

Benzoë, von *Styrax benzoïn*; grosse, aus weissen und gelblichbraunen Körnern bestehende Klumpen, glänzend, hart, von Vanillegeruch, leicht schmelzbar.

Es enthält Benzoësäure (18 $\frac{0}{0}$), Extractivstoff, ätherisches Oel und drei schwach electronegative Harze.

Bernstein, *Succinum*, findet sich vorzüglich in Braunkohlenflötzen und Mergel, im aufgeschwemmten Land, wird am häufigsten von der Ostsee an der preussischen Küste ausgeworfen; Spuren seines vegetabilischen Ursprungs sind aus den Pflanzenresten, Insecten und Wassertropfen zu entnehmen, die man in ihm gefunden hat; er ist hellgelb bis dunkelbraun, durchsichtig und weisslich undurchsichtig, polirbar, beim Erwärmen und Stossen angenehm riechend; erweicht bei 115°, schmilzt über 270°, und verbrennt entzündet mit heller Flamme und angenehmen Geruch; giebt bei der trocknen Destillation Essigsäure, Bernsteinsäure und brenzliches Oel (*Bernsteinspiritus*), und hinterlässt, wenn die Destillation nach dem Uebergange alles flüchtigen Oels unterbrochen wird, ein dunkelbraunes Harz, *Bernsteinkolophonium*; setzt man die Destilla-

tion fort, so entsteht ein gelbes Sublimat (*Bernsteinkampher*), und zurück bleibt Kohle.

Der Bernstein besteht aus zwei in Alkohol, Aether und Alkalien löslichen Harzen, von denen das eine sich nur in kochendem Alkohol löst, etwas ätherischem Oel, und Bernsteinsäure, hauptsächlich aber aus einem bituminösen Stoff, der sich weder in Aether, noch Alkohol, noch Oelen, noch ätzenden Alkalien auflöst.

Asphalt, *Erdpech*, *Judenpech*, schwimmt auf dem todten Meere, findet sich auch im aufgeschwemmten Land, und mit Steinöl dem Sande eingemengt (*Bergtheer*); schwarz, undurchsichtig, glänzend.

Dieser Körper enthält ein in Alkohol und ein nur in Aether lösliches Harz; diese Harze sind in Aetzkali, nicht in kohlensaurem Kali löslich.

Schleimharze. Milchsäfte der Pflanzen.

Diese meist in der Medicin unter dem Namen: *Gummi resina* angewandten Körper fließen in Folge von Einschnitten aus vielen Pflanzen als dicke Flüssigkeiten aus, die an der Luft zu gelben, graulichen und bräunlichen Massen eintrocknen; sie enthalten ausser Harz Gummi oft fette und flüchtige Oele, Extractivstoffe, Bitterstoffe, Caoutchouc, Alkaloide und Pflanzensäuren. Vermöge ihres Gummi gehalts geben sie mit Wasser trübe, milchige Flüssigkeiten, *Emulsionen*, indem die harzigen Theilchen durch die schleimigen schwebend erhalten werden; Alkohol zieht daraus nur das Harz und ätherische Oel aus, Essigsäure löst die meisten vollständig.

Ammoniakgummi, von *Dorema armeniacum*, gelbe und röthliche oder milchweisse Stückchen oder braune in Kuchen geformte Massen, undurchsichtig, von widrigem Geruch, scharfem Geschmack, leicht schmelzbar, in der Kälte pulverisirbar.

Es enthält 2 Harze, von denen nur eines in Aether löslich ist, Gummi und Pflanzenschleim nebst etwas flüchtigem Oel.

Stinkasant, *Asa foetida*, von der Wurzel der *Ferula asa foetida*; gelbe, rothe und braune, in Klumpen zusammengebackene Körner, in der Hand erweichend, in

der Kälte pulverisirbar, riecht dem Knoblauch nicht unähnlich, schmeckt bitterlich scharf.

Der Stinkasant enthält ein flüchtiges Oel, zwei durch Aether trennbare Harze, Gummi, Pflanzenschleim, äpfelsaure und andre Kalksalze.

Euphorbium, von mehrern afrikanischen Euphorbien, schmutzig gelbe oder bräunliche Stücken, undurchsichtig, zerreiblich, ohne Geruch, anfangs ohne Geschmack, später aber von äusserst brennendem Geschmack, erregt in der Mundhöhle heftige Entzündung.

Es enthält ein flüchtiges Oel, Wachs und drei Harze.

Galbanum, von *Galbanum officinale*, röthlichgelbe, innerlich weisse Stücken, halbdurchscheinend, von unangenehmen Geruch und Geschmack.

Es enthält flüchtiges Oel, Gummi und Harz.

Gummigutt, von mehrern Pflanzen, vorzüglich von *Cambogia gutta* und *Stalagmites cambogioides*, in Kuchen oder cylindrischen Stücken, äusserlich braungelb, innerlich gelbröthlich, von glänzendem Bruch, undurchsichtig, zerreiblich, geruchlos, beim Kauen erst hintennach etwas kratzend; mit Wasser giebt es eine gelbe Emulsion.

Es besteht hauptsächlich aus gelbem Harz und Gummi.

Myrrhe, von *Amryis Katsf*, rothbraune Stückchen, durchscheinend und undurchsichtig, von fettglänzendem Bruch, zum Theil ist sie weich und zähe, von eigenthümlich aromatischem Geruche und Geschmacke, giebt mit Wasser eine gelbliche Emulsion.

Sie enthält zwei Harze, flüchtiges Oel, Gummi und Pflanzenschleim.

Weihrauch, *Olibanum*, von *Iuniperus lycia* und *thurifera* und *Boswellia serrata*, blassgelbliche, mit weissem Staub bedeckte Stücke, durchscheinend, spröde, von aromatischem Geruch und Geschmack; durch Aufstreuen auf glühende Kohlen verbreitet es einen angenehmen Geruch.

Er enthält ein rothes Harz, ein flüchtiges Oel und Gummi.

Scammonium, von *Convolvulus Scammonia*, graue, schwammige Stücken, geruchlos, von bitterm Nachgeschmacke.

Es enthält viel Harz, wenig Gummi und eine grosse Menge unlöslicher Pflanzentheile.

Caoutchouk. H^7C^8 .

Das Caoutchouk oder Federharz findet sich im Milchsafte vieler Gewächse, z. B. *Papaver somniferum*, *Lactuca sativa*, *Cichorium Intybus*, vorzüglich aber in *Siphonia elastica*, *Urceola elastica*, *Ficus indica* und *Artocarpus incisa*; aus den letztgenannten Pflanzen wird es durch Einschnitte bis aufs Holz gewonnen; der ausfliessende Saft ist gelblich, klebrig; er enthält ausser dem Caoutchouk noch etwas Eiweiss, eine bittere, stickstoffreiche Materie, einen in Alkohol unlöslichen Extractivstoff und über die Hälfte seines Gewichts Wasser; durch Erhitzen sowohl als durch einen Zusatz von Alkohol gerinnt der Saft augenblicklich, bei ruhigem Stehen sammelt sich das Caoutchouk auf seiner Oberfläche an, und kann durch Schütteln und Durchkneten mit Wasser gereinigt werden.

Gewöhnlich streicht man aber den ausgeflossenen Milchsaft auf Thonformen in verschiedener Dicke, trocknet die einzelnen aufgestrichenen Schichten über offenem Feuer, durch dessen Rauch sie geschwärzt werden; je nach der angewendeten Thonform kommt daher das Caoutchouk in verschiedenen Gestalten vor, in Flaschen, Schuhen u. s. w.; auf Bretter gestrichen und ebenso getrocknet, erhält man es in dicken Platten, *Gummispeck*.

Das reine Caoutchouk ist in dünnen Lagen weiss, durchscheinend, ohne Geschmack, von schwachem Geruch, ausserordentlich elastisch, wird in der Kälte zwar hart und steif, aber nie spröd; frische Schnittflächen weichen Caoutchouks haften luftdicht auf einander; es wird durch Reiben negativ electrisch, leitet Electricität sehr schlecht; der Gummispeck enthält noch 12% Wasser, von welchem er im Vauco durch Schwefelsäure befreit werden kann. In warmem Wasser erweicht es, quillt etwas auf, und wird dadurch löslicher in seinen Lösungsmitteln; beim Trocknen geht es in seinen frühern Zustand zurück; in Alkohol ist es unlöslich. In alkoholfreiem Aether und in Steinöl quillt es um sein 30 bis 60faches Volumen auf; es löst sich ziem-

lich gut in rectificirtem Terpenthin - Sassafras - Rosmarin und Copaivabalsamöl auf, am besten im Oel aus Steinkohlentheer, dem von condensirtem Leuchtgase und in dem durch trockne Destillation des Caoutchouks erhaltenen, rectificirtem Oel; aus der Lösung der letzteren Fluida erhält es nach dem Abdampfen seine frühere Elasticität wieder.

Das Caoutchouk schmilzt bei 125° und bildet dann eine theerartige, schmierige, ausserst zähe Masse, die fast gar nicht wieder fest wird; erst bei weit höherer Temperatur zersetzt es sich und verbrennt an der Luft mit gelber, runder Flamme; es lässt sich entzünden, ohne, wie die Fette, vorher durch Schmelzen zersetzt worden zu sein. Bei der trocknen Destillation liefert es insbesondere viel flüchtiges Oel. Das Caoutchouk geht mit keinem Körper eine Verbindung ein und wird nicht einmal von schwefliger Säure, Chlor oder Fluorkiesel zerstört.

Extractivstoffe.

Der Ausdruck Extractivstoff ist eine der vagsten Benennungen in der ganzen Chemie; man belegt damit gewöhnlich alle diejenigen organischen Stoffe, welche, durch Wasser, Alkohol, Aether, Alkalien aus einer animalischen oder thierischen Substanz ausgezogen, keine besondern distinguirenden Merkmale an sich tragen, d. h. welche weder krystallisiren noch krystallisirbare Verbindungen mit andern Körpern eingehen, sich nicht ohne Zersetzung verflüchtigen lassen, endlich ein so unbestimmtes Verhalten zeigen, dass sie selbst, immer andern Körpern sich anhängend, von diesen nie vollkommen getrennt und befreit werden können. Diese Stoffe werden höchst selten farblos erhalten, meist sind sie gelb, roth oder rothbraun, durch Thierkohle (auch Schwefelblei) werden sie entweder entfärbt, oder selbst von der Kohle aufgenommen; aus ihren Lösungen abgedampft bilden sie meist braune, klebrige Massen von Honigconsistenz, die sie oft selbst unter der Luftpumpe nicht verlieren; völlig ausgetrocknet werden sie oft an der Luft wieder feucht, was wohl meistens von den in ihnen enthaltenen äpfelsauren oder milchsäuren Alkalien herrührt; viele röthen Lackmus, indem sie etwas freie Milch-

säure oder Aepfelsäure oder andere organische Säuren enthalten, von denen sie sich nicht trennen lassen, indem sie dem durch Sättigung der Säure gebildeten Salze folgen.

Viele dieser Stoffe sind wohl schon als solche in den Thier- und Pflanzensäften enthalten, die meisten jedoch scheinen sich erst durch Einwirkung der Atmosphäre und der chemischen Behandlung zu bilden, wenigstens ist diess daraus ersichtlich, dass die Bräunung einer organischen Flüssigkeit meist erst an der Luft vor sich geht, und insbesondere durch Abdampfen an der Luft beschleunigt wird, dass sich um so mehr von diesen Stoffen bildet, je unvorsichtiger die Pflanzen- oder Thiersäfte der Luft und höherer Temperatur ausgesetzt wurden; ja man hat mit Bestimmtheit beobachtet, dass viele Extractivstoffe sich erst dadurch bilden, dass Lösungen organischer Substanzen Sauerstoff aus der Luft absorbiren, Wasser bilden und Kohlensäure aus ihren Elementen erzeugend, braune, kohlenstoffreiche Körper liefern, ähnlich denen, die durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf organische Substanzen gebildet werden.

Gegen Lösungsmittel und einige Reagentien sich gleich verhaltende Extractivstoffe sind darum noch nicht identisch, daher besondere Namen, wie Speichelstoff, Osmazom, welche man den nur in Wasser löslichen oder in Wasser und Alkohol löslichen Extractivstoffen thierischer Flüssigkeiten beigelegt hat, zu verwerfen sind. Der Name Extractivstoff kann nur insofern eine Geltung haben, als er mit gehöriger Berücksichtigung der Substanz, von welcher der Stoff herrührt, gebraucht wird, ausserdem wird er nur noch mehr Verwirrung in diese noch so unbekannte Region der Chemie bringen.

Mit den Extractivstoffen der Chemiker sind nicht zu verwechseln die Extracte der Officinen, welche durch Eindampfen der Flüssigkeiten gewonnen werden, die man durch Auspressen frischer Pflanzen, durch Aufgiessen von Pflanzentheilen mit heissem Wasser oder längres Kochen mit Wasser oder durch Digestion derselben mit Alkohol erhält.

Die wässrigen Extracte enthalten natürlich alle im Wasser löslichen Theile der extrahirten Pflanze; diese Bestandtheile der Extracte müssen natürlich verschieden sein, je nach der Pflanze, von wel-

cher sie herrühren; zugleich wird sich aber bei dem Abdampfen, je nach der Vorsicht die dabei angewendet wurde, eine grössere oder geringere Menge Extractivstoff gebildet haben und später noch durch Einwirkung der atmosphärischen Luft bilden; die alkoholischen Extracte dagegen werden besonders Harze, Fette, Pflanzenbasen und andere in Alkohol lösliche Theile der Pflanze enthalten, neubei aber mit weniger Extractivstoff versehen sein, da Alkohol der freiwilligen Zersetzung der Substanzen mehr hinderlich ist.

Farbstoffe. *Pigmenta.*

Diese Stoffe, welche sowohl aus dem Thierreiche als dem Pflanzenreiche entlehnt werden, haben durchaus keinen gemeinsamen chemischen Character, sie kommen mit einander fast in weiter nichts überein, als in der Eigenschaft, gefärbt zu sein. Die meisten derselben gehören zu den Extractivstoffen, und sind zugleich mit solchen Körpern gemengt; einige nähern sich in ihren Eigenschaften mehr den Harzen; nur wenige sind krystallisirbar.

Alle organische Farben werden durch kürzere oder längere Einwirkung des Lichtes gebleicht; schweflige Säure macht die Farben aller Pigmente verschwinden, zerstört sie aber nicht, indem sie mit den Pigmenten nur farblose Verbindungen eingeht; durch Chlor, Schwefelsäure und andre Mittel, die schweflige Säure auszutreiben, wird der Farbstoff mit seiner frühern Farbe wieder hergestellt; Chlor bleicht dagegen die Pigmente dauernd, indem es alle zerstört. Manche dieser Stoffe verlieren auch ihre Farbe durch Einwirkung (bis auf 180° bis 200°) erhitzter Luft; stärkere Hitze zerstört und verkohlt die grosse Mehrzahl der Pigmente, einige derselben sind stickstoffhaltig, und liefern daher bei der trocknen Destillation ammoniakalische Producte.

Rücksichtlich ihrer Löslichkeit zeigen die Farbstoffe kein gemeinsames Merkmal, noch lassen sie sich darnach füglich in einzelne Classen abtheilen; viele sind in Wasser löslich, andere in Weingeist und Alkohol, einige auch in Aether; seltner sind die, welche sich in allen 3 Menstruis oder in keinem derselben auflösen. Zuweilen reagiren die

extrahirten Farbstoffe sauer, welche Eigenschaft in den wenigsten Fällen dem Pigmente selbst zuzuschreiben ist, meist rührt sie von beigemischten organischen Säuren her. Durch Alkalien werden die Farben der Pigmente meist dunkler, durch Säuren dagegen heller. Mit einigen Basen, namentlich mehreren Erden und Metalloxyden gehen die Pigmente unlösliche Verbindungen ein, welche immer auch gefärbt sind, deren Farbe aber meist beständiger ist, als die des isolirten Farbstoffs; bestimmte Verhältnisse in diesen Verbindungen sind noch nicht ermittelt; auch mit gewissen Salzen scheinen sich einige Pigmente zu vereinigen.

Mehrere Farbstoffe haben solche Verwandtschaft zur Thier- oder Pflanzenfaser, dass sie sich aus ihren Lösungen auf dieser niederschlagen und sie färben.

Solche Farbstoffe, die sich unmittelbar mit Schaafwolle, Seide, Baumwolle und Leinen verbinden, hat man in der Färberei *substantive Farben* genannt.

Die meisten Pigmente vereinigen sich nicht chemisch mit der organischen Faser; sondern, um sie zum Behufe ihrer Anwendung im gewöhnlichen Leben auf Zeugen, aus Thier- oder Pflanzenfaser bestehend, zu fixiren, wird ein Bindemittel erfordert, welches sich mit dem Faserstoff sowohl als mit dem Farbstoff zu einer unlöslichen Verbindung vereinigt. Diese Bindemittel nemlich, gewöhnlich *Beitzen*, *Mordans* genannt, schlagen meist schon an sich den Farbstoff aus seiner Lösung nieder, müssen aber zugleich die Eigenschaft haben, sich mit dem Thier- oder Pflanzenfaserstoff so zu verbinden, dass sie durch Wasser nicht aus demselben ausgewaschen werden können. Es giebt einige Farbstoffe, welche an sich mit dem Beitzmittel keine unlösliche Verbindung eingehen, aber aus ihrer Auflösung durch Verbindung des Beitzmittels mit dem Faserstoff zugleich mit niedergerissen werden und so den letztern dauernd färben.

Solche Farbstoffe, die zur Fixirung auf Zeugen eines Beitzmittels bedürfen, hat man *adjective Farben* genannt.

Als Beitzmittels bedient man sich am allergewöhnlichsten des Alauns, dem man oft essigsaures Bleioxyd oder doppeltweinsaures Kali zusetzt, da sich die essigsaure und weinsaure Thonerde besser mit der Faser zu vereinigen scheint. Auch wendet man als

Beitzmittel an: schwefelsaures und essigsaures Eisenoxyd, Zinnchlorür, schwefelsaures Zinnoxydul; selten nur wird salpetersaures Quecksilberoxydul und essigsaures Kupferoxyd in Gebrauch gezogen. Als Beitze für mehrere Stoffe wendet man auch Aufgüsse gerbsäurehaltiger Pflanzenstoffe an.

Rothe Farbstoffe.

Färberröthe, Krapp, ist die Wurzel von *Rubia tinctorum*; diese Wurzel enthält in den Fasern, im Marke, besonders aber im holzigen Theile viel Farbstoff abgelagert; der beste Krapp, zerstossenes Wurzelholz, kommt aus der Levante im Handel unter dem Namen *Allizari*, vor.

Der Krapp enthält Holzfaser, freie Aepfelsäure oder Krappsäure, Gummi, Zucker, riechendes Harz, Schleim, Bitterstoff, eine stickstoffhaltige Materie, einige Salze und fünf Farbstoffe: *Krapppurpur*, *Krapproth*, *Krapporange*, *Krappgelb* und *Krappbraun*.

Krapppurpur. Nachdem man den mit Wasser zu einem Brei angerührten Krapp hat gähren lassen, wäscht man ihn sorgfältig mit Wasser aus; kocht ihn darauf mit einer Alaunlösung und filtrirt die rothe Flüssigkeit ab; nach einigen Tagen mischt man die letztere mit verdünnter Schwefelsäure, wodurch gelbrothe Flocken gefällt werden; diese sind, nachdem man sie erst mit Salzsäure und dann mit Wasser wiederholt ausgekocht hat, in kochendem Alkohol aufzulösen; die filtrirte Flüssigkeit setzt beim Verdampfen pomeranzengelbe, krystallinische Körner ab, welche beim Erhitzen zu einem zähen braunen Liquidum schmelzen, und bei höherer Temperatur sich zum Theil in einen rothen Dampf verwandeln, der sich zu einem rothen Sublimat condensirt, zum Theil aber auch zersetzt werden; dieser Körper ist nur in heissem Wasser etwas löslich, leicht in Alkohol und Aether mit Orangenfarbe; von verdünnten Säuren wird er im Kochen, so wie auch von Ammoniak mit gelbrothen, von fixen Alkalien mit kirschrother Farbe aufgelöst; von kohlensaurem Kalk wird er aus seinen Lösungen dunkelroth gefällt.

Krapproth wird aus dem Niederschlage, der sich beim Kochen des ausgewaschenen Krapps mit Alaunlösung

bildete, durch Auskochen mit Salzsäure, Aussüssen mit Wasser und Auflösen in siedendem Weingeist erhalten. Der Rückstand der spirituösen Lösung wird mit Alaunlösung gekocht, so lange dieselbe sich noch roth färbt, dann der ausgesüsste Rückstand in Aether gelöst und verdunstet.

Bräunlich gelbes, krystallinisches Pulver, schmilzt beim Erhitzen zu einer orangefarbenen Flüssigkeit, bildet gelbe Dämpfe und sublimirt sich in rothgelben Nadeln; löst sich in heissem Wasser, wenig in kaltem; kochender Alkohol und Aether lösen das Krapproth mit rothgelber Farbe, verdünnte kochende Säuren mit gelber, Ammoniak mit purpurrother, Kalilauge mit blauer auf; durch Kochen mit kohlen-saurem Kalk giebt es eine dunkelpurpurrothe Flüssigkeit.

K r a p p o r a n g e. Unzerkleinerte Allizari zieht man mehrmals mit kaltem Wasser aus, filtrirt und mischt die braunen Flüssigkeiten, nach einiger Zeit scheidet sich das Pigment in kleinen schillernden Nadeln und Blättchen aus; diese werden mit Wasser gewaschen, in heissem Weingeist gelöst, und das daraus sich beim Erkalten abscheidende Pigment so lange mit Weingeist abgespült, bis es sich mit rein gelber Farbe in Schwefelsäure auflöst.

Es ist hochgelb, krystallinisch, schmilzt beim Erhitzen zu einem braunen Liquidum, verwandelt sich unter Zurücklassung von Kohle in gelbe Dämpfe, die sich zu einer gelbbraunen Masse condensiren; in Wasser, Weingeist und verdünnten Säuren löst es sich beim Kochen mit gelber Farbe auf, sehr leicht in Aether; von Ammoniak wird es mit braunrother, von Kalilauge mit rosenrother Farbe aufgelöst; mit kohlen-saurem Kalk verbindet es sich.

Ausser diesen drei in der Färberei angewendeten Pigmenten hat **R u n g e** in der Färberröthe noch einen gelben und einen braunen Farbstoff gefunden; der gelbe, *X a n t h i n*, wird erhalten durch Fällung des kalten wässrigen Aufgusses mit Kalkwasser und Auflösen des Niederschlags in Essigsäure; diese Flüssigkeit wird abgedampft, der Rückstand in Alkohol gelöst, durch Bleizucker gefällt, und der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Dieser Farbstoff sowohl als das **K r a p p b r a u n**, welches in Wasser und Alkohol unlöslich ist, kann nicht zum Färben benutzt werden.

Alkanna ist die Wurzel von *Anchusa tinctoria*. Das Pigment wird durch Alkohol oder Aether ausgezogen; es stellt eine harzähnliche, dunkelrothe Masse dar, die in der Wärme erweicht, in Wasser unlöslich ist, sich aber leicht in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen mit karminrother Farbe auflöst; in ätzenden und kohlensauren Alkalien löst es sich mit blauer Farbe auf, von Zinnchlorür wird es karminroth, von Bleiessig blau, von Eisenvitriol dunkelviolet, von Alaun purpurfarben, von essigsaurer Thonerde violett gefällt.

Safflor, Blumenblätter von *Carthamus tinctorius*; um daraus das Pigment zu erhalten, zieht man zuerst die Blätter mit Wasser aus; darauf digerirt man sie mit einer Lösung von kohlensaurem Natron und schlägt aus der rothen Lösung den Farbstoff, *Carthamin*, durch eine Säure, am besten Weinsäure oder Citronensäure nieder.

Das dunkelrothe, farbige Pigment ist in Wasser und Säuren unlöslich, nur wenig löslich in Alkohol und Aether; in Alkalien löst es sich auf, und bildet mit Natron Krystallnadeln.

Blauholz, Campechenholz, von *Haematoxylon campechianum*; dieses Holz enthält ausser der Holzfaser, ätherisches Oel, Harz, freie Essigsäure, Alkalisalze und einen rothen Farbstoff, *Haematoxylin*.

Digerirt man das wässrige Extract des Blauholzes mit Alkohol zwei Tage lang, verdunstet die filtrirte, alkoholische Flüssigkeit und lässt den Rückstand mit etwas Wasser versetzt stehen, so setzt sich nach einigen Stunden daraus das Pigment in glänzenden, rothen Krystallen ab. Diese schmecken zusammenziehend, lösen sich in heissem Wasser nur wenig, und zwar mit purpurrother Farbe, die beim Erkalten in Orange übergeht; in Alkohol und Aether lösen sie sich mit rothgelber Farbe, bei der trocknen Destillation liefern sie Ammoniak; ein wenig schweflige Säure oder Kohlensäure färbt die Hämatoxylinlösung gelb; Schwefelwasserstoff entfärbt die Lösung; von Alkalien wird es blau gefärbt; die meisten Erden und Metalloxyde schlagen es blau nieder, nur Zinnoxid roth; Leim fällt es roth.

Fernambukholz, von *Caesalpinia echinata* und Brasilienholz von *Caesalp. Sapan*. Diese Holzarten enthalten ausser dem Faserstoff ein ätherisches Oel von

pfefferartigem Geruche, Gerbsäure, Essigsäure, essigsaure und mineralsaure Salze und einen Farbstoff, *Brasilin*.

Zur Bereitung des letztern zieht man das wässrige Extract des Holzes mit Weingeist aus, löst den Abdampfungsrückstand der Tinctur in Wasser auf und fällt die Gerbsäure mit Leim, dampft die filtrirte Flüssigkeit ein, und löst deren Rückstand in Alkohol; beim Abdampfen scheidet sich das Pigment in orangefarbenen Nadelchen aus; löst sich in Wasser, Alkohol und Aether auf, wird von Citronensäure und Phosphorsäure gelb gefärbt, von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure entfärbt; giebt mit Bleioxyd und Zinnoxidul purpurfarbene Niederschläge.

Sandelholz, von *Pterocarpus santalinus*. Den Farbstoff extrahirt man aus diesem Holze durch kochenden Alkohol und Ammoniak; er bildet eine weiche, harzähnliche Masse, von braunrother Farbe; diese ist leicht schmelzbar, löst sich schwer in Wasser, leicht in Alkohol, Aether, Essigsäure und Alkalien auf. Die essigsaure Lösung schlägt Leimlösung nieder, die alkoholische Lösung wird durch Zinnchlorür purpurfarben, durch Bleizucker violett, durch Quecksilberchlorid scharlachroth gefällt.

Orseille wird aus mehreren Flechten, namentlich *Roccella tinctoria*, *Variolaria dealbata* u. m. a. erhalten, findet sich aber nicht schon gebildet darin, sondern wird erst durch Einwirkung von atmosphärischer Luft und von Ammoniak auf dieselben erzeugt. Man lässt nemlich die zermahlenen und mit faulem Urin und Kalk zu einem Brei zerrührten Flechten einige Zeit an der Luft stehen; nach mehreren Tagen ist die Masse lebhaft violett geworden; man bewahrt sie in feuchtem Zustande auf.

Durch Ammoniak lässt sich aus der Orseille das Pigment ausziehen; in Alkohol ist es mit karmoisinrother Farbe löslich, wenig in Wasser, nicht in Aether; in Alkalien löst es sich mit violetter Farbe und wird daraus durch Säuren als karminrothes Pulver gefällt; dieses Pigment erzeugt sich aus einer in jenen Flechten enthaltenen gelblichweissen krystallinischen Substanz, von süßem Geschmack (*Orcin* genannt) oder aus einem andern röthlichweissen, auch krystallisirbaren Körper (*Erythrin*), durch Einwirkung von Ammoniak und Sauerstoff.

Cochenille nennt man die getrockneten Weibchen einer Art von Schildläusen, *Coccus Cacti*, welche von der Nepalpflanze, *Cactus Opuntia*, gesammelt werden. Um aus diesen Thierchen den Farbstoff, *Carminroth*, zu gewinnen, kocht man sie mit wässrigem Alkohol aus, verdampft die Lösung, extrahirt den Rückstand mit kaltem Alkohol, und fällt das Pigment mit Aether.

Das Carminroth besteht aus glänzenden, purpurrothen Körnchen, schmilzt bei 50° , löst sich leicht in Wasser und verdünntem Alkohol, nicht in Aether; durch schweflige Säure wird es nicht gebleicht, durch Gerbstoff, Eiweiss, Leim nicht gefällt, von Säuren hellroth, von Alkalien violett gefärbt; von Thonerdehydrat wird die wässrige Lösung roth, später violett werdend, gefällt, Alaun färbt die Lösung carminroth, salpetersaures Quecksilberoxyd präcipitirt es scharlachroth, Bleizucker violett, Zinnchlorür dunkelroth, salpetersaures Quecksilberoxydul violett.

Den Carmin aus der Cochenille darzustellen, giebt es mehrere Verfahrungsarten; die einfachste ist, dass man die gemahlne Cochenille erst für sich kurze Zeit mit Regenwasser kocht, dann mit etwas Alaun versetzt und von Neuem kocht; die durch feine Siebe gegossene Flüssigkeit setzt nach längerem Stehen den Carmin ab.

Der *Carminlack* ist eine Verbindung von Thonerde mit dem Pigment; zu dessen Bereitung digerirt man entweder frisch gefälltes Thonerdehydrat mit einem Cochenilledecoct oder man kocht die Cochenille mit Alaunlösung und fällt dann durch kohlensaures Kali.

Blutroth, *Haematin*, $\text{H}^{22}\text{C}^{44}\text{N}^3\text{O}^6\text{Fe}$, findet sich in der Rinde der Blutkörperchen mit Globulin innig gemengt; man erhält es dadurch, dass man die aus dem Blute durch eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Natron abgeschiedenen Blutkörperchen mit schwefelsäurehaltigem Alkohol kocht, und die vom grauweissen Rückstande abfiltrirte Flüssigkeit mit kohlensaurem Ammoniak versetzt; die filtrirte Flüssigkeit setzt beim Verdunsten das Pigment ab.

Das Hämatin ist ein schwarzes, beim Trocknen braunroth werdendes Pulver; in Wasser, Alkohol, Aether und Oelen unlöslich, wird aber von schwefelsäure- oder salzsäurehaltigem Alkohol zu einer braunen Flüssigkeit aufgelöst; in Was-

ser ist das salzsaure und schwefelsaure Hämatin unlöslich; von concentrirter Salpetersäure wird es zersetzt; durch Chlorgas und Wasser wird ihm das Eisen entzogen, und ein weisser unlöslicher Körper ausgeschieden. Enthalten Wasser, Alkohol oder Aether ein Alkali, so lösen sie das Hämatin leicht auf; mit schwefelsaurem Natron zusammengerieben, löst es sich in verdünntem Alkohol auf, beim Erhitzen zersetzt es sich ohne zu schmelzen; beim Verbrennen hinterlässt es eine rothe Asche.

Gelbe Farbstoffe.

Wau, von *Reseda luteola*, deren Stengel und Blätter das Pigment enthalten. Dieses Pigment, *Luteolin*, bildet gelbe durchscheinende Nadeln, ist sublimirbar, wenig löslich in Wasser, leicht in Alkohol und Aether; von Bleioxyd-Thonerde- und Kupferoxydsalzen wird es gelb gefällt.

Gelbholz, von *Morus tinctoria*, enthält ein gelbes Pigment, welches aus einer kochenden Lösung in Wasser sich allmählig in krystallinischer Gestalt absetzt; leicht ist es in Alkohol und Aether löslich; Mineralsäuren färben die Lösung heller gelb, Alkalien roth, durch Zinnchlorür wird es gelb, durch Bleizucker orange, durch schwefelsaures Eisenoxyd braun gefällt.

Quercitron ist die gemahlene Rinde von *Quercus nigra* oder *tinctoria*; um den Farbstoff daraus zu erhalten, wird das wässrige Extract vom Gerbstoff durch Hausenblase gereinigt, und die Flüssigkeit eingedampft; kleine, blassgelbe Schuppen, in Wasser und Alkohol löslich, nicht in Aether; Alkalien färben die Lösungen dieses Pigments dunkler, Zinnchlorür schlagen sie gelbroth, essigsames Kupferoxyd und Bleioxyd dunkelgelb, schwefelsaures Eisenoxyd olivengrün nieder; Alaunlösung färbt schön gelb, giebt aber keinen Niederschlag.

Curcuma ist die Wurzel von *Curcuma longa* und *rotunda*; diese enthält ausser ätherischem Oel, Stärkemehl u. s. w., einen gelben Farbstoff, der sich in Wasser wenig, leicht aber in Alkohol und Aether löst, auch in fetten und ätherischen Oelen; Alkalien lösen es mit brauner, Säuren mit carmoisinrother Farbe auf, von Zinnchlorür wird die alkoholische Lösung röthlich, von Bleizucker braun gefällt.

Saffran, die *Stigmata* von *Crocus sativus* enthalten $42\frac{0}{100}$ eines gelben Pigments, welches in heissem Wasser, Alkohol, Aether und Oelen löslich ist, durch Schwefelsäure lilas, durch Salpetersäure grün, durch Pflanzensäuren dunkelroth gefärbt, und von Alkalien mit gelber Farbe gelöst wird.

Orleans wird aus dem Samen von *Bixa orellana* dadurch erhalten, dass man diese zunächst zerstampft und in Wasser einweicht, die Masse alsdann durch Siebe giesst, um den in Wasser aufgeschlemmten Farbstoff von den Samen zu trennen; hierauf wird die Flüssigkeit eingedampft und der Rückstand an der Luft möglichst getrocknet; der Orleans bildet alsdann einen rothen, steifen Teig, oder braunrothe, innen rothgelbe Kuchen. Extrahirt man diese Massen mit Alkohol und behandelt das alkoholische Extract mit Aether, so erhält man nach dem Verdampfen der ätherischen Lösung den Farbstoff als rothbraune, klebrige Masse; in Alkalien löst er sich mit rothbrauner Farbe, von Säuren wird er daraus gelb gefällt; durch concentrirte Schwefelsäure wird er schön indigblau gefärbt, diese Farbe geht aber bald in grün und violett über. Die alkoholischen Lösungen dieses Pigments werden durch Alaun und Bleizucker ziegelroth, durch schwefelsaures Eisenoxyd braun gefällt.

Grüne Farbstoffe.

Saftgrün, *Blasengrün*, wird aus den reifen Beeren von *Rhamnus catharticus* durch mehrtägige Gährung, Versetzen mit Alaun und Pottasche und Abdampfen bereitet, von Säuren wird es roth, von Alkalien gelb gefärbt.

Blattgrün, *Chlorophyll*, findet sich in den Blättern der meisten Pflanzen, ist eine weiche, harzige Substanz, die nur langsam an der Luft austrocknet, löst sich in Alkohol, Aether, Oelen und Alkalien mit grüner Farbe; das im Herbste durch Oxydation rothgewordene Pigment der Blätter wird durch Alkalien wieder grün gefärbt.

Blaue Farbstoffe.

Lackmus wird aus *Lecanora tartarea*, *Rocella tinctoria* und einigen andern Flechten fast wie die Or-

seille erhalten, nur dass man noch Pottasche, Kreide oder gebrannten Gyps zusetzt, und die Masse dann in kleine Würfel formt; das Pigment ist in Wasser und Alkohol löslich, wird bekanntlich durch Säuren geröthet.

Indigo wird hauptsächlich aus Pflanzen, den Gattungen *Indigofera*, *Isatis* und *Nerium* angehörend, auf folgende Weise bereitet: die in der Blüthe stehenden Pflanzen werden abgeschnitten und in besondern Cysternen mit Wasser übergossen; in der warmen Luft tropischer Klimate geht die Masse sehr bald in eine Gährung über. Die durch diese Gährung gelb gewordene Flüssigkeit wird in eine andere Cysterne abgezapft; in dieser wird die Flüssigkeit mit Schaufeln durchgearbeitet, theils um die Kohlensäure zu entfernen, theil um die Flüssigkeit möglichst mit Sauerstoff in Berührung zu bringen; die Flüssigkeit fängt nun bald an, sich blau zu färben, und setzt blaue Körner und Flocken ab. Der Niederschlag wird mit Wasser ausgekocht, abgepresst und in grössere Stücke oder Kuchen zusammengeknetet und getrocknet.

Der Indigo ist dunkelblau mit einem Stich ins Purpurfarbne, nimmt beim Reiben mit glatten Körpern Kupferglanz an. Er enthält ausser Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und Talkerde, *Indigleim* und ungefähr die Hälfte seines Gewichts an Farbstoffen, nemlich *Indigbraun*, *Indigroth* und *Indigblau*.

Um den Indigleim zu erhalten, behandelt man das Indigpulver mit verdünnter Schwefelsäure, sättigt die Flüssigkeit mit kohlensaurem Kalk und dampft ab; aus dem Rückstande zieht man den Leim mit Alkohol aus; letzterer hinterlässt ihn beim Verdunsten als gelbe durchscheinende Masse, die in Wasser löslich ist und Stickstoff enthält.

Zur Darstellung des Indigbrauns kocht man den vorher mit Säure behandelten Indigo mit Kalilauge, wodurch das Indigbraun aufgelöst wird; durch Schwefelsäure wird daraus das Indigbraun, mit Schwefelsäure verbunden, gefällt; dieser Niederschlag wird nun mit kohlensaurem Baryt und Wasser digerirt, in welchem es sich auflöst und beim Abdampfen eine schwarzbraune, durchscheinende Masse liefert, die mit Säuren in Wasser schwer lösliche, mit Alkalien lösliche Verbindungen giebt; sie ist stickstoffhaltig.

Kocht man den mit Säure und Alkali behandelten Indigo mehrmals mit Alkohol aus, so erhält man eine rothe Flüssigkeit, die beim Abdampfen das Indigroth als schwarzbraunes Pulver oder glänzenden Firniss hinterlässt; dasselbe löst sich wenig in Alkohol und Aether, nicht in Wasser, Säuren und Alkalien; von concentrirter Schwefelsäure wird es mit dunkelgelber Farbe aufgelöst; aus dieser Lösung nimmt Wolle das Pigment völlig in sich auf und färbt sich gelbbraun; in der Wärme schmilzt es, und entzündet sich an der Luft; bei der trocknen Destillation wird es zum Theil unverändert sublimirt, zum Theil liefert es aber neben andern Zersetzungsproducten ein weisses, krystallinisches Sublimat.

Das Indigblau bleibt nach der Extraction des Indigroths mit Alkohol ziemlich rein zurück; um es vollkommen rein zu gewinnen, muss es durch Umschütteln mit Kalk und Eisenvitriol reducirt werden; das reducirte Indigblau, welches sich im Kalkwasser auflöst, wird schnell filtrirt; darauf lässt man die gelbe Lösung an der Luft sich wieder allmählig oxydiren, was besonders durch Trennung von Kalk mittels Salzsäure befördert wird.

Das reine Indigblau zeichnet sich durch seine tiefpurpurblaue Farbe und den kupferfarbnen Strich aus, verwandelt sich bei 290° in einen purpurfarbnen Rauch und sublimirt sich grossentheils unzersetzt in purpurfarbnen Blättchen und Nadeln, zum Theil wird es verkohlt; es ist in Wasser, Alkohol, Aether und Alkalien unlöslich, sehr wenig löslich in kochendem Alkohol; von Chlor wird es zerstört, von concentrirter, namentlich rauchender Schwefelsäure mit blauer Farbe aufgelöst; von concentrirter Salpetersäure wird es in Indigosäure und Pikrinsalpetersäure verwandelt.

Kocht man Indigoblau mit Mennige und einer Säure, so bildet sich *Pikrin*.

Das Indigblau wird bei Gegenwart von Alkalien oder alkalischen Erden durch leicht oxydirbare Stoffe sehr schnell reducirt.

Solche Stoffe sind schweflige Säure, phosphorige Säure, Eisenoxydul, Zinnoxidul, Schwefelkalium, Schwefelantimon, Schwe-

felarsen. Ebenso leicht wird das Indigblau auch durch gährende, organische Substanzen desoxydirt.

Am besten erhält man den reducirten Indigo durch Schütteln mit Eisenvitriol, Kalkhydrat und Wasser in einer verschlossenen Flasche; man zieht die klare weingelbe Flüssigkeit mit einem Heber in eine andre Flasche ab, setzt etwas Essigsäure oder Schwefelsäure zu, und verpfropft die völlig gefüllte Flasche.

Der *reducirte Indigo* setzt sich allmählig aus seinen Lösungen in weissen oder weissgrauen Flocken und Krystallschüppchen ab; er ist unlöslich in Wasser und verdünnten Säuren, löst sich in Alkohol und Aether mit gelber Farbe auf; in ätzenden Alkalien und alkalischen Erden löst er sich auf, wird aber an der Luft sogleich oxydirt; in concentrirter Schwefelsäure löst er sich mit Purpurfarbe auf.

Das Indigblau wird von rauchender Schwefelsäure unter Wärmeentwicklung zu einer dunkelblauen Flüssigkeit aufgelöst, welche an der Luft allmählig an Intensität der Farbe verliert.

Bei dieser Einwirkung von Schwefelsäure auf Indigo erzeugt sich *Indigblauschwefelsäure*, *Indigblauunterschweifelsäure* und *Indigpurpur*, *Phoenicin*.

Die Salze dieser beiden Säuren sind von blauer Farbe, das indigblauunterschweifelsaure Ammoniak ist in Alkohol löslich, das indigblauschwefelsaure Salz nicht.

Der Indigpurpur ist dunkelblau, in Wasser etwas löslich.

Um den Indigo auf wollene Zeuge aufzutragen, bereitet man sich entweder durch Reduction desselben eine Lösung oder durch Behandlung mit Schwefelsäure. Im erstern Falle reducirt man entweder durch Eisenvitriol und Kalk (*Vitriolküpe*), oder durch Pottasche, Kalkhydrat und Operment (*Opermentküpe*), oder durch faulenden Harn (*Urinküpe*), endlich auch durch Erhitzen des Indigos mit Waid, Krapp, Pottasche, Kalkhydrat und vielem Wasser bis auf 90° (*warme Küpe*).

Im letztern Falle löst man den Indigo in rauchender Schwefelsäure auf und verdünnt sie mit Wasser (*sächsisches Blau*). Wolle nimmt aus dieser Flüssigkeit den sämtlichen Farbstoff auf; mit Wasser wäscht man daraus den Indigleim aus; löst den Farbstoff in kohlensaurem Kali, und fällt daraus durch Schwe-

felsäure das Indigbraun; die hiervon abfiltrirte blaue Flüssigkeit ertheilt den Zeugen das schönste Blau.

Gallenfarbstoff findet sich in der Galle, zuweilen in besondern Concrementen; aus letzteren erhält man ihn, wenn man sie mit Wasser und Aether auszieht; der Farbstoff bleibt als dunkelbraune, pulverisirbare Masse zurück; in Wasser und Aether ist er unlöslich; Alkohol wird von ihm schwachgelb gefärbt, in ätzenden Alkalien löst er sich mit hellgelber Farbe auf, die an der Luft allmählig grün wird; durch verdünnte Salpetersäure wird dieselbe Lösung anfangs grün, dann blau, violet, roth und endlich wieder gelb gefärbt. Salzsäure fällt diesen Farbstoff aus der alkalischen Lösung grün.

Augenschwarz findet sich auf der Choroidea des Auges, von der man es durch Abwaschen erhält; nachdem es mit Essigsäure extrahirt ist, bildet es eine schwarze Masse, die in Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren und concentrirter Essigsäure unlöslich ist; es löst sich in verdünnter Kalilauge, und wird daraus durch Salzsäure wieder gefällt; es ist unschmelzbar, verbrennt entzündet mit lebhafter Flamme, und hinterlässt eine eisenoxydhaltige Asche, giebt bei der trocknen Destillation ammoniakalische Producte.

Indifferente krystallisirbare Stoffe.

Columbin wird aus der Columbowurzel (von *Menispermum palmatum*) durch Extraction mittels Aether erhalten; es krystallisirt in durchscheinenden vierseitigen Säulen mit rhombischer Basis, ist von bitterm Geschmack, löst sich in Wasser und Aether, am leichtesten aber in kochendem Alkohol, leicht in Essigsäure und Alkalien, beim Erhitzen schmilzt es wie Wachs, lässt sich entzünden, enthält keinen Stickstoff.

Coffein aus *Coffea arabica* und Theein aus *Thea Bohea* sind vollkommen identisch, $H^5C^8N^2O^2$; man erhält es entweder aus einem Decocte grüner Kaffeebohnen oder grünen oder schwarzen Thees dadurch, dass man dasselbe mit basisch essigsaurem Bleioxyd fällt, und dann zu der filtrirten Flüssigkeit noch so lange frischge-

fälltes Bleioxyd zusetzt, als dieses noch gefärbt wird; das etwa noch in Lösung befindliche Blei wird mit Schwefelwasserstoff gefällt, und die filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation abgedampft, durch Umkrystallisiren wird der Stoff leicht entfärbt.

Es bildet weisse, seidenglänzende Nadeln, ist wenig löslich in kaltem Wasser und Weingeist, leicht in heissem und in Aether; es löst sich leicht in Säuren wird aber aus diesen Lösungen nicht durch Alkalien gefällt; beim Erhitzen schmilzt es und lässt sich ohne Zersetzung sublimiren. Digerirt man diesen Stoff mit Baryt, so bildet sich kohlensaurer, ameisensaurer und cyansaurer Baryt.

Gentianin wird aus der Wurzel von *Gentiana lutea* erhalten, so dass das alkoholische Extract derselben mit Wasser vom Zucker und Bitterstoff befreit und dann mit kaltem Alkohol ausgezogen wird, welcher den fraglichen Stoff auflöst, das Fett aber zurücklässt; aus der alkoholischen Lösung schiesst er in gelben seidenglänzenden Krystallen an; es ist ohne Geschmack, löst sich in Wasser, Alkohol und Aether nur schwer auf, schmilzt beim Erhitzen und wird zum Theil unverändert sublimirt; mit Alkalien und andern Basen geht es gelbe, krystallisirbare Verbindungen ein, röthet aber Lackmus nicht.

Narcein findet sich im Opium; nachdem aus der wässrigen Opiumlösung durch Ammoniak, Morphinum und Narkotin und durch Barytwasser die Mekonsäure gefällt worden ist, lässt man die mit Ammoniak übersättigte Flüssigkeit einige Tage stehen; das in Krystallen angeschossene Narcein wird ausgepresst und umkrystallisirt. Farblose Nadeln, von bitterm Geschmack; löst sich sehr wenig in Wasser, leicht in Alkohol, nicht in Aether, schmilzt bei 92°, wird bei höherer Temperatur zersetzt; es scheint mit Säuren keine bestimmten Verbindungen einzugehen, wird durch wasserhaltige Mineralsäuren, vorzüglich Salzsäure, blau gefärbt, bei grosser Verdünnung verschwindet die Farbe, kann aber durch Zusatz von Chlorcalcium wieder hergestellt werden; es enthält Stickstoff.

Mekonin findet sich im Opium; man erhält es, wenn man die Mutterlauge, aus welcher das Narcein krystallisirte, abdampft, den Rückstand mit Aether extrahirt, und nach Verdunstung desselben das Mekonin mit Wasser aus-

zieht. Es krystallisirt in farblosen, sechsseitigen Säulen, von scharfem Nachgeschmack, schmilzt bei 90° , verflüchtigt sich bei 155° ohne Zersetzung; leichter in kochendem als in kaltem Wasser löslich, noch leichter in Alkohol und Aether, ätherischen Oelen und Alkalien; von Salzsäure und Essigsäure wird es unzersetzt aufgelöst; in Schwefelsäure ist das Mekonin auflöslich, hinterlässt aber beim Abdampfen eine grasgrüne Masse; von Salpetersäure wird es in einen sauren, krystallinischen Körper verwandelt; es enthält keinen Stickstoff.

Salicin, $H^{29}C^{42}O^{22}$, findet sich in der Rinde mehrerer Bäume, den Geschlechtern *Salix* und *Populus* angehörend; man bereitet es, wenn man die pulverisirte Rinde mit Wasser auskocht, dem etwas kohlen-saures Kali zugesetzt wurde, die Flüssigkeit mit essigsaurem Bleioxyd fällt, den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zersetzt, und die filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation abdampft; farblose Säulen, von bitterm Geschmack; es löst sich ziemlich leicht in kaltem Wasser, in kochendem in jedem Verhältnisse auf, auch in Alkohol, nicht in Aether, schmilzt über 100° , und zersetzt sich bei höherer Temperatur. Durch Schwefelsäure wird es roth gefärbt, indem es in zwei Körper zersetzt wird; behandelt man es mit Schwefelsäure und chromsaurem Kali, so wird es in Ameisensäure und ein dem Benzoësäurehydrat isomeres flüchtiges Oel, *Salicylwasserstoff* zerlegt (S. d. Art. Salicyl); das Salicin enthält keinen Stickstoff.

Populin wird aus der Rinde und den Blättern von *Populus tremula* dadurch erhalten, dass man das wässrige Decoct mit basisch essigsaurem Bleioxyd fällt, und die filtrirte Flüssigkeit abdampft. Es krystallisirt in sehr dünnen, seidenglänzenden Nadeln, löst sich sehr wenig in kaltem Wasser, etwas leichter in kochendem, leicht in heissem Alkohol; wird von Säuren gelöst, und durch Alkalien wieder gefällt, schmilzt leicht, und giebt bei der trocknen Destillation brenzliches Oel und Benzoësäure.

Phlorrhizin, $H^{29}C^{42}O^{24}$, findet sich in der Wurzelrinde von Birnen-Pflaumen- und Aepfelbäumen, wird durch Auskochen mit Wasser oder Spiritus erhalten, krystallisirt in Nadeln, schmilzt beim Erhitzen, und zersetzt sich bei

höherer Temperatur, neben brenzlichem Oel Benzoësäure liefernd; es löst sich wenig in kaltem, leicht in heissem Wasser, Alkohol und Aether, auch in verdünnten Mineralsäuren.

Asparagin, $H^8C^8N^2O^6$, findet sich in mehreren Wurzeln, namentlich in *Asparagus* und *Althaea officinalis*, wird aus der letztern durch Extraction mit Wasser gewonnen; es krystallisirt in farblosen, vierseitigen Säulen mit 1 At. Wasser verbunden; von ekelerregendem Geschmack, leicht in Wasser und Weingeist löslich, nicht in Aether und absolutem Alkohol; durch Kochen mit starken Basen wird es in eine eigenthümliche Säure, *Asparaginsäure*, und Ammoniak verwandelt. Diese Säure $= H^5C^3NO^6$, krystallisirt mit 2 At. Wasser in kleinen Nadeln, löst sich leicht in kochendem Wasser und Spiritus, röthet Lackmus, zersetzt sich beim Erhitzen.

Amygdalin, $H^{27}C^{40}NO^{22}$, findet sich hauptsächlich in den bitteren Mandeln, ist aber auch in den Kernen anderer Drupaceen gefunden worden; man erhält es durch Extraction der vom fetten Oel gehörig abgepressten Bittermandelkleie mit kochendem Alkohol (v. 93 $\frac{0}{100}$); das Amygdalin, welches nicht schon von selbst beim Erkalten des Alkohols sich abscheidet, wird durch Aether daraus gefällt; es krystallisirt aus der alkoholischen Lösung wasserfrei in silberglänzenden Schuppen, aus der wässrigen Lösung mit 6 At. Wasser in durchsichtigen Prismen, von schwach bitterem Geschmack, ist leicht in Wasser und Spiritus löslich, unlöslich in Aether, wird aus seinen Lösungen durch Metallsalze nicht gefällt, durch Kochen mit starken Basen bildet es eine eigenthümliche Säure, *Amygdalinsäure*, und Ammoniak, mit oxydirenden Mitteln behandelt liefert es Blausäure, Ameisensäure, Bittermandelöl und Benzoësäure. Durch gelindes Erwärmen mit Wasser und der eiweissartigen Substanz Emulsion gebender Samen, der *Synaptase* (*Emulsin*), wird das Amygdalin in Blausäure, flüchtiges Bittermandelöl, Ameisensäure, Zucker und Wasser verwandelt ($H C^2N + H^{12}C^{28}O^4 + H^5C^6O^5 + H^2C^4O^6 + 5 HO = H^{27}C^{40}NO^{22}$).

Harnstoff, $H^4C^2N^2O^2$, findet sich vorzüglich im Harne vierfüssiger Thiere; man hat ihn aber auch im Blute

und in andern thierischen Flüssigkeiten gefunden; künstlich erzeugt er sich beim Verdunsten einer Lösung von cyansaurem Ammoniak ($\text{H}^3\text{N} \cdot \text{H O} \cdot \text{C}^2\text{N O} = \text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2$), oder durch gegenseitige Zersetzung von Cyan und Wasser; man verschafft sich denselben meist, indem man Harn bis zur Syrupconsistenz abdampft, dann mit Alkohol auszieht, die filtrirte Flüssigkeit verdunstet, den Rückstand in Wasser löst, durch Thierkohle entfärbt, und mit einer heissen Lösung von Oxalsäure fällt. Den oxalsauren Harnstoff zersetzt man durch kohlensauren Kalk, und dampft die filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation ab.

Der Harnstoff krystallisirt in grossen vierseitigen Säulen oder seidenglänzenden Nadeln, ist farb- und geruchlos, von salzig kühlendem Geschmack, löslich in Wasser und Alkohol, schmilzt über 100° ohne Zersetzung, über 120° verwandelt er sich in Ammoniak und Cyanursäure ($\text{H}^{12}\text{C}^6\text{N}^6\text{O}^6 = \text{H}^9\text{N}^3 + \text{H}^3\text{C}^6\text{N}^3\text{O}^6$), schnell erhitzt giebt er auch Cyansäure. Mit einigen Säuren geht er krystallisirbare Verbindungen ein, namentlich mit Salpetersäure, Oxalsäure und Milchsäure; durch concentrirte Säuren, so wie durch kaustische Alkalien, wird er unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak und Kohlensäure ($\text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2 + \text{H}^2\text{O}^2 = \text{H}^6\text{N}^2 + \text{C}^2\text{O}^4$), von salpetriger Säure in Kohlensäure und Stickstoff ($\text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2 + \text{N}^2\text{O}^6 = 4\text{H O} + 2\text{C O}^2 + 4\text{N}$) zerlegt. Durch Kochen mit salpetersaurem Silberoxyd wird er in Cyansäure und Ammoniak umgewandelt. Er macht Salmiak in Würfeln, Kochsalz in Oktaedern krystallisiren.

Allantoin, $\text{H}^3\text{C}^4\text{N}^2\text{O}^3$, ist in der Allantoisflüssigkeit der Kuh gefunden worden; es wird daraus schon durch blosses Abdampfen in Krystallen gewonnen, auch bildet es sich bei der Zersetzung der Harnsäure mit Bleihyperoxyd.

Es krystallisirt in rhombischen Prismen, ist geruch- und geschmacklos, wenig in kaltem, leichter in heissem Wasser löslich, wird leicht von Alkohol aufgelöst, röthet Lackmus nicht, verkohlt beim Erhitzen ohne zu schmelzen; löst sich beim Kochen in kohlensauren und ätzenden Alkalien, und krystallisirt beim Erkalten unverändert heraus; es wird von concentrirten ätzenden Alkalien unter Aufnahme von 3 At. Wasser in Oxalsäure und Ammoniak verwandelt ($\text{H}^3\text{C}^4\text{N}^2\text{O}^3 + 3\text{H O} = 2\text{C}^2\text{O}^3 + \text{H}^6\text{N}^2$);

mit Schwefelsäure gekocht entwickelt es Kohlensäure und Kohlenoxyd und hinterlässt in Lösung schwefelsaures Ammoniak ($\text{H}^3\text{C}^4\text{N}^2\text{O}^3 + 3\text{HO} + 2\text{SO}^3 = 2\text{H}^3\text{N}.\text{SO}^3 + 2\text{CO}^2 + 2\text{CO}$).

Blasenoxyd, *Cystin*, $\text{H}^6\text{C}^6\text{N}\text{S}^2\text{O}^4$, findet sich in einigen Harnsteinen, aus welchen man es durch Auflösen in Ammoniak und freiwilliges Verdunsten in farblosen sechsseitigen Blättchen krystallisirt erhält; es schmilzt beim Erhitzen nicht, entzündet sich aber an der Luft und verbrennt mit bläulich grüner Flamme, ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löst sich in verdünnten Mineralsäuren und in Oxalsäure, so wie in ätzenden und kohlensauren fixen Alkalien.

Gallenasparagin, *Taurin*, $\text{H}^7\text{C}^4\text{N}\text{O}^{10}$, wird erhalten, wenn man Rindsgalle mit Salzsäure kocht, dann die Flüssigkeit filtrirt, Kochsalz aus der Lösung krystallisiren lässt, und das Taurin durch Alkohol fällt; es bildet farblose, durchsichtige Prismen, ist luftbeständig, zersetzt sich beim Erhitzen erst über 100° , löst sich leichter in kochendem als kaltem Wasser, nicht in starkem Alkohol.

Indifferente nicht krystallisirbare Stoffe.

Pflanzenfaserstoff, $\text{H}^8\text{C}^{12}\text{O}^8$, findet sich fast in allen Pflanzen und in allen Theilen derselben, indem er, die Form der Theile bestimmend, das Skelet derselben ausmacht; in grösster Menge ist er im Holze und holzigen Theilen angehäuft. Man gewinnt ihn möglichst rein, wenn man zerkleinerte holzige Theile mit verschiedenen indifferenten, sauren und alkalischen Lösungsmitteln behandelt, um die ihm anhängenden löslichen Stoffe zu entfernen; durch Chlorwasser oder unterchlorigsaure Alkalien erhält man ihn weiss.

Der gebleichte Pflanzenfaserstoff ist fasrig, zähe, spec. Gew. = 1,5, in allen Medien unlöslich; bei der trocknen Destillation giebt er sehr verschiedene Zersetzungsproducte, unter denen vorzüglich vegetabilische Kohle und Holzessig

zu nennen sind. Von Salpetersäure wird dieser Stoff anfangs gelb gefärbt, bei längerer Digestion aber grossentheils in Oxalsäure verwandelt; von Schwefelsäure wird er in Gummi und Krümelzucker, auch Holzschwefelsäure umgewandelt. Bei längerer Einwirkung von Alkalien zersetzt sich der Pflanzenfaserstoff allmählig, beim Kochen damit erzeugt sich vorzüglich Humus; schmilzt man ihn mit fixen, kaustischen Alkalien, so bildet sich auch oxalsaures Kali.

Nicht unähnlich dem Faserstoff sind einige andre Pflanzensubstanzen, von denen besonders genannt zu werden verdienen: der *Korkstoff*, welcher mit Salpetersäure eine wachsähnliche Substanz und *Korksäure* liefert; der *Schwammstoff*, der das Skelet der Schwämme ausmacht, und stickstoffhaltig zu sein scheint, und den *Markfaserstoff*, der sich im Marke vieler Pflanzen befindet und Stickstoff enthält.

Pollenin findet sich im Blütenstaube der Pflanzen, wird am besten aus dem Samenstaube von *Lykopolodium clavatum* durch Behandlung mit Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten kaustischen Alkalien erhalten, stellt ein gelbes, leichtes, unlösliches Pulver dar, verbrennt durchs Licht geblasen mit leuchtendem Blitze, fault unter Wasser, liefert bei der trocknen Destillation ammoniakalische Zersetzungsproducte, ist wahrscheinlich aus mehreren noch nicht trennbaren Substanzen zusammengesetzt.

Pflanzenleim, *Gluten*, *Kleber*, findet sich häufig in Pflanzen, vorzüglich in den Samen der Gräser und Hülsengewächse, gemengt mit Eiweiss und Stärkmehl; er stellt eine blassgelbe, durchscheinende Masse dar, die im feuchten Zustande sehr klebrig ist, sich leicht in heissem Weingeist, nicht in Aether und Wasser löst, und aus ihrer Lösung durch Gerbstoff und Blutlaugensalz gefällt wird; er verbindet sich mit Säuren; in Alkalien löst er sich auf.

Diastase, *Mucin*, ist im Gerstenmalz gefunden worden, und wird daraus dargestellt, indem man die gekeimte, gestossene Gerste mit Wasser anrührt, die Flüssigkeit abgiesst und auspresst; durch Zusatz von ein wenig Alkohol wird Eiweiss und ein Theil des Pflanzenleims präcipitirt; aus der etwas abgedampften Flüssigkeit wird die Diastase durch concentrirten Alkohol gefällt; durch Auflö-

sen in Wasser und Behandeln mit verdünntem und concentrirtem Alkohol wird sie gereinigt.

Sie bildet eine weisse, feste Masse, löst sich in Wasser und verdünntem Weingeist; die wässrige Lösung geht bald in Fäulniss über, wird durch Galläpfelaufguss, Alkohol, kohlen saure Alkalien und mehrere Metallsalze gefällt; am meisten zeichnet sich dieser Körper durch die Eigenschaft aus, bei 65 bis 70° die Stärkmehlkörnchen zu sprengen und sie in *Dextrin* und *Krümelsucker* zu verwandeln.

Ein Th. Diastase vermag 1000 Th. Stärkmehl bei Gegenwart von Wasser umzuwandeln.

Ueber 70° verliert sie diese Eigenschaft; auf Inulin wirkt sie nicht.

Synaptase, *Emulsin*, ist in den Mandeln gefunden worden; man macerirt Mandelkleie mit Wasser, versetzt die filtrirte Flüssigkeit erst mit Essigsäure, dann mit Bleizucker, und fällt nach Entfernung des überschüssig zugesetzten Bleis durch Schwefelwasserstoff die Synaptase mit Alkohol.

Sie ist hellgelb, schwammig oder brüchig, in Wasser löslich, unlöslich in Alkohol, wird bei 60° coagulirt; von Gerbsäure stark, nicht von Bleiessig gefällt, wird von Jod rosenroth gefärbt, zersetzt sich beim Erhitzen unter Entwicklung saurer Dämpfe, zeichnet sich durch die Eigenschaft aus, Amygdalin in Berührung mit Wasser in Blausäure, Bittermandelöl, Ameisensäure, Zucker und Wasser zu zerlegen. (S. S. 258 d. Art. Amygdalin).

Eiweissartige Stoffe.

Protein, $H^{31}C^{40}N^5O^{12}$, ist frei nur in den Austern gefunden worden; es bildet die Grundlage mehrerer Substanzen, die sich im thierischen und pflanzlichen Organismus in verschiedenen Modificationen vorfinden. Man stellt es aus thierischem oder vegetabilischem Eiweiss, Thierfaserstoff, Käsestoff oder Fleisch dadurch dar, dass man diese zunächst durch Wasser, Alkohol, Aether und endlich etwas Salzsäure von allen ihnen anhängenden löslichen

Theilen befreit, dann den Rückstand mit Kalilauge bis 50° erwärmt, und das Protein aus dieser Lösung mit Essigsäure fällt.

Das Protein ist blassgelb, hart und spröd, quillt im Wasser zu einer Gallerte auf, ist in Alkohol, Aether und Oelen unlöslich, zersetzt sich beim Schmelzen in der Hitze, giebt bei der trocknen Destillation ammoniakalische Producte, wird durch längeres Kochen mit Wasser aufgelöst, gelatinirt aber nicht beim Erkalten; es verbindet sich mit Säuren und mit Basen; löst sich allmählig in Essigsäure und in gewöhnlicher Phosphorsäure auf; nur in sehr verdünnten Mineralsäuren ist es löslich, in concentrirten nicht, von concentrirter Salzsäure wird es an der Luft nach einiger Zeit blau gefärbt; in mässig verdünnter Kalilauge löst es sich ohne Zersetzung auf.

Eiweissstoff, *Albumin*, $H^{310}C^{400}N^{50}O^{120}P^2S^2$, findet sich in den meisten thierischen Flüssigkeiten, so wie auch in vielen Pflanzensäften; um es möglichst rein zu erhalten, dampft man Blutwasser oder Eierweiss im luftleeren Raume oder unter 50° ab, und extrahirt den Rückstand mit Aether und Alkohol (0,9); das coagulirte Albumin, welches nirgends im Organismus vorzukommen scheint, erhält man aus eiweisshaltigen Flüssigkeiten durch Fällen mit Salzsäure; man wäscht den Niederschlag noch mit Salzsäure aus, löst den Rückstand in Wasser und fällt mit kohlensaurem Ammoniak; der Niederschlag wird noch mit Alkohol und Aether extrahirt.

Das lösliche *Albumin* bildet eine blassgelbliche, durchscheinende Masse oder ein weisses Pulver, ohne Geruch, Geschmack und Reaction auf Pflanzenfarben, bildet mit Wasser eine schleimige Lösung; trocken lässt es sich, ohne unlöslich zu werden, bis 100° erhitzen; die Auflösung gerinnt bei 63° vollkommen; durch concentrirten Alkohol wird es coagulirt, so wie auch durch Säuren, ausser durch Essigsäure. Mit den Alkalien scheint es lösliche Salze zu geben; durch Lab wird das Albumin nicht coagulirt, von Gerbsäure und Metallsalzen wird es gefällt.

Geronnenes Albumin bildet frisch und feucht weisse Flocken oder zusammenhängende Stücken, gegen Lösungs-

mittel und gegen Hitze verhält es sich ganz wie Protein, nur dass sich unter den Destillationsproducten Schwefelammonium befindet; gegen Säuren verhält es sich ganz wie Protein; in Essigsäure, gewöhnlicher Phosphorsäure und Kohlensäure ist das Albumin auch löslich, wenn von diesen Säuren ein Ueberschuss zugesetzt wird. Von Salzsäure wird das Albumin mehr mit violetter oder purpurblauer Farbe gelöst. Aus den sauren Lösungen wird das Albumin durch Kaliumeisencyanür- und cyanid gefällt; von Alkalien wird es leicht aufgelöst, erwärmt man jedoch die Lösung, so bildet sich neben Proteinkali phosphorsaures Kali und Schwefelkalium; aus den Alkalilösungen wird das Albumin durch alle Metallsalze gefällt; es verbindet sich demnach eben so leicht mit Basen als mit Säuren; seine Verbindungen mit Salzen, besonders alkalischer Basis, scheinen die verschiedenen Modificationen des in Organismen vorkommenden Eiweisses zu bedingen.

Nicht coagulirtes Eiweiss geht im feuchten Zustande leicht in Fäulniss über unter Schwefelwasserstoffentwicklung, weit schwieriger das coagulirte; ersteres hat eine grössere Sättigungscapacität als letzteres.

Thierfaserstoff, *Fibrin*, $H^{310}C^{400}N^{50}O^{120}P\ S$, findet sich im Blute, in der Lymphe und in dem Chylus in geringen Mengen aufgelöst vor, im coagulirten Zustande dagegen vorzüglich im Muskelgewebe. Der aufgelöste Faserstoff gerinnt, sobald er aus der Sphäre des Organismus kommt; man kann seine Gerinnung, wo nicht verhindern, doch verlangsamen durch verdünnte Lösungen von ätzenden und kohlensauren Alkalien, schwefelsaurem Natron, Salpeter Kochsalz; der noch gelöste Faserstoff wird durch Essigsäure nicht coagulirt, wohl aber von Kalilauge und von Aether.

Reines Fibrin in geronnenem Zustande erhält man durch Schlagen von Blut, Abfiltriren und Aussüssen; feucht stellt es eine gelbliche, faserige, weiche Masse dar, trocken ist es hart und spröd; gegen Wasser, Alkohol und Aether, gegen Säuren und Alkalien verhält sich der geronnene Faserstoff, wie geronnenes Eiweiss und Protein; feucht geht er leicht in Fäulniss über, und entwickelt viel Schwefelwasserstoff; das Wasserstoffhyperoxyd zersetzt er, ohne dabei selbst eine Veränderung zu erleiden.

Globulin, Krystallin, ist der Hauptbestandtheil der Blutkörperchen und der Krystalllinse des Auges; dieser Körper unterscheidet sich vom Albumin nur durch folgendes: er ist nur in völlig reinem Wasser löslich, die geringste Menge eines Salzes macht ihn darin unlöslich, gerinnt bei höherer Temperatur als Eiweiss zu einer weissen *körnigen* Masse, die in Essigsäure löslich ist.

Käsestoff, Casein, $H^{310}C^{400}N^{50}O^{120}S$, findet sich in der Milch aller Säugethiere, wird in löslicher Form aus der Milch durch Fällen mit Schwefelsäure und Zersetzen des Niederschlags mit kohlensaurem Baryt erhalten; in coagulirter Form am besten durch Erwärmen der Molken mit Essigsäure, Aussüssen und Pressen mit Wasser und Auskochen mit Alkohol.

Er bildet trocken eine bernsteingelbe, durchscheinende Masse, von fadem Geschmacke, löst sich in Wasser zu einer schleimigen Flüssigkeit auf, geht leicht in Fäulniss über; in Alkohol löst er sich nur theilweise. Durch Säuren wird er aus seinen Lösungen gefällt, so wie durch alle Erd- und Metallsalze und Galläpfelaufguss; beim Kochen gerinnt er nicht; eigentliche Gerinnung findet nur statt, wenn eine Käsestofflösung mit Magenschleimhaut in Berührung gebracht wird.

Der *coagulirte* Käsestoff ist hart, gelblich, durchscheinend, in Wasser unlöslich; er verbindet sich mit Säuren und Alkalien; gegen concentrirte Mineralsäuren verhält er sich wie Eiweiss, nur dass er sich in Essigsäure weit schwieriger auflöst; mit Kalilauge gekocht, entwickelt er Schwefelwasserstoff. Beim Erhitzen erweicht er, wird elastisch und zersetzt sich, ohne wirklich zu schmelzen; die Producte der trocknen Destillation gleichen denen des Eiweisses; an der Luft stark erhitzt, entzündet er sich; er hinterlässt bei der Verbrennung kohlensauren und phosphorsauren Kalk, aber kein Alkali.

Thierschleim ist das Secretionsproduct der Schleimhäute des thierischen Körpers; man reinigt den gesammelten Schleim durch Waschen mit Wasser von der freien Säure und den Salzen, und mit Alkohol vom Fett.

Noch feucht ist der Schleim farblos, fadenziehend, schlüpfrig; getrocknet bildet er eine grauweisse Masse; im Wasser löst sich der Schleim nicht auf, sondern wird nur darin vertheilt; in Alkohol und Aether ist er unlöslich; durch Gerbstoff wird er aus der wässrigen Vertheilung gefällt, durch Kochen nicht coagulirt; in Säuren und Alkalien ist er auflöslich; bei der trocknen Destillation liefert er kohlsaures Ammoniak; der unmittelbar von den Schleimhäuten gesammelte Schleim reagirt, je nach der Stelle, der er entnommen, bald sauer bald alkalisch.

Zersetzungsproducte organischer Körper.

Es ist im Eingange der organischen Chemie gezeigt worden, dass man in Folge der neuesten Forschungen in diesem Felde nicht mehr geneigt ist, die Producte der Lebenskraft als aus ihren Elementen unmittelbar zusammengesetzt anzunehmen, sondern dass man vielmehr allgemein zu der Ansicht gelangt ist, auch in organischen Körpern seien nähere und entferntere Bestandtheile zu unterscheiden, von denen man die ersteren *zusammengesetzte* oder *organische Radicale* genannt hat. Diese aus mehreren (nicht blos aus zwei) Elementen oder Atomen von Elementen zusammengesetzten Körper sind für die organische Chemie das, was die 55 noch unzersetzten Radicale für die anorganische Chemie sind; gleich den Elementen der letztern vereinigen sich die zusammengesetzten Radicale unter einander, und können in ihren Verbindungen oft die Stelle anorganischer Elemente vertreten. Es scheint eine sehr grosse Menge solcher organischen Radicale zu geben, die, sich selbst in mannigfaltigen, aber bestimmten Verhältnissen vereinigend, jene grosse Mannigfaltigkeit der organischen Körper bedingen und erklären.

Aus der Zusammengesetztheit der organischen Elemente ist leicht ersichtlich, warum sich nicht die Gesetze der anorganischen Chemie in voller Ausdehnung auf die Verhältnisse organischer Verbindung übertragen lassen. Die anorganischen Verbindungen müssen dauernder, fester sein, da ihre Elemente selbst unzersetzbar oder wenigstens sehr

schwer zu zersetzen sind, und diese selbst, durch ziemlich kräftige Verwandtschaften zusammengehalten, äussern Einflüssen leichter widerstehen. Dagegen liegt schon in der Zusammensetzung der organischen Körper selbst der Keim ihrer Zersetzung; denn einestheils können die Radicale selbst, wegen ihrer meist nur geringen verwandtschaftlichen Verhältnisse in verschiedene Beziehungen zu einander treten, und so zu verschiedenen Umwandlungen den Anlass geben, anderntheils werden aber auch die Elemente der Radicale besondere Anziehungen unter sich zeigen, und so, andre Gruppierungen der Atome bedingend, durch Umsetzung der Bestandtheile oder Zersetzung der ursprünglichen Verbindung neue Körper hervorbringen.

Im Allgemeinen kann man aber annehmen, dass keine organische Substanz, eben so wenig wie eine anorganische, von selbst durch die eigene, verschiedene Anziehung ihrer Elemente zersetzt werde, sondern es findet für die durch Chemismus an einander abgelagerten Atome dasselbe Gesetz der Trägheit statt, wie für die physikalisch gruppirten Molecüle; eine freiwillige Zersetzung, im engsten Sinne des Worts, ist bei organisch gruppirten Molecülen eben so wenig denkbar, als sich annehmen lässt, dass ein im Gleichgewicht befindlicher, ruhender Körper ohne Veränderung der auf ihn wirkenden Kräfte selbst eine Veränderung erleide. Die organischen Molecüle sind nur in so fern einer andern Anordnung, einer andern Gruppierung der Elementaratome fähig, als äussere, wenn auch noch so wenig wahrnehmbare, Einflüsse die den einzelnen Elementen sowohl als Radicalen inwohnenden Verwandtschaften modificiren. Wie sich die mechanischen Molecüle des kohlensauren Kalks, des Quecksilberjodids, der arsenigen Säure, des Schwefels u. s. w. leicht in verschiedene Formen gruppiren, und durch geringe Veränderungen physischer Agentien in anderen Gestalten erscheinen; eben so leicht und leichter noch entsteht in den chemischen Massentheilchen der organischen Körper bei den geringsten Veränderungen äusserer Agentien eine solche Bewegung, dass sie sich zu neuen Aggregaten gruppiren.

Die nähern Bestandtheile der organischen Körper erleiden hier zwar zunächst eine Veränderung allein oft erstreckt sich die Bewegung bis auf die Elementaratome, so

dass aus jener Lagenveränderung nicht immer auf die frühere Lage der Radicale in der nun zersetzten Verbindung, auf die Radicale selbst, geschlossen werden kann; denn es ist klar, dass verschiedene Kräfte eine verschiedene Anordnung der Theile bedingen müssen. Indessen kann auch nicht geläugnet werden, dass die organischen Molecüle nach einer Richtung hin genauer zusammenhängen, als nach der andern, und somit äussern Agentien von dieser Seite mehr Widerstand darbieten als von einer andern.

So wie die meisten krystallisirten Körper nur nach gewissen Richtungen hin spaltbar sind, in diesen Richtungen also weniger genau zusammenhängen, so lässt sich auch der Zusammenhang chemischer Molecüle nach manchen Richtungen hin leichter aufheben als nach anderen. Wir schliessen dann, dass schon ursprünglich in den Verbindungen der Zusammenhang mehrerer Molecüle fester war, als der der getrennten, und denken uns gewöhnlich die letztern als nähere Bestandtheile der zersetzten Verbindung, als Radicale; doch lässt sich diess nicht immer mit so grosser Bestimmtheit behaupten. In der anorganischen Chemie, wo die zusammengesetzten Körper ziemlich constant nur nach einer Richtung hin spaltbar sind, nehmen wir daher die nähern Bestandtheile derselben als ziemlich genau bekannt an; nicht so genau lässt sich diess bei organischen Körpern bestimmen, da diese in der Regel nach mehreren Richtungen hin spaltbar sind. Bei organischen Körpern muss man daher von der leichtern Theilbarkeit derselben in gewissen Richtungen und von andern Verhältnissen auf die Natur ihrer Grundlagen schliessen.

Die Zersetzungsproducte organischer Körper führen uns also erst zu einer genauern Würdigung ihrer Natur und Zusammensetzung; aus den Zersetzungsproducten werden wir die Radicale zu suchen oder wenigstens zu errathen haben. Im Ganzen sind bis jetzt nur wenige organische Körper und ihre Zersetzungsproducte so genau untersucht, dass man mit Bestimmtheit auf ihre nähern Bestandtheile, auf ihre Radicale, schliessen könnte: indessen hat sich aus den bereits bekannten Thatsachen doch so viel ergeben, dass für die Bewegung der chemischen Massentheilchen in organischen Körpern eben so bestimmte Gesetze existiren, wie für die Umänderung der mechanischen Molecüle. Die Art der Zer-

setzung einer organischen Substanz muss daher nach den verschiedenen Einflüssen verschieden sein, sich aber in jedem Falle nur nach bestimmten, jetzt nur noch zu ahnenden Gesetzen richten.

Zersetzung organischer Körper durch atmosphärische Einflüsse.

Den Begriffen Gährung und Fäulniss ging in neuerer Zeit das logische Moment ganz verloren, da mehrere sogenannte freiwillige Zersetzungen bekannt wurden, die sich nicht füglich mit den nach früher bekannten Thatsachen bestimmten Begriffen in Einklang bringen liessen. Man bezeichnete die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure und Wasser mit dem Namen einer eigenthümlichen Gährung, und stand an, der Zersetzung des Gerbstoffs in Gallussäure und Kohlensäure denselben Namen beizulegen. Die Umwandlung der Holzfaser in Kohlensäure und Kohlenwasserstoff unter Wasser, die Zersetzung eben derselben in Ulmin, Wasser und Kohlensäure an der Luft nannte man Fäulniss, und scheute sich, die Zersetzung der wasserhaltigen Blausäure in Ameisensäure und Ammoniak, die des Cyans mit Wasser in Oxalsäure und Ammoniak eine Fäulniss, die Umwandlung des flüchtigen Bittermandelöls an der Luft in Benzoësäurehydrat eine Verwesung zu nennen. Man unterschied die freiwillige Zersetzung des Käsestoffs von der des Harnstoffs, und die des Harnstoffs von den freiwilligen Zersetzungen anorganischer Körper, des Wasserstoffhyperoxyd, der Nitroschwefelsäure u. s. w., ohne dabei wesentliche Momente, sprechende Unterschiede hervorzuheben und hervorheben zu können, da doch alle diese Processe ihrer innern Natur nach völlig identisch sind.

Die Zersetzungen der organischen Körper sind aber sämmtlich verschieden nach der Art ihrer Zusammensetzung, wie nach der Art der auf sie einwirkenden, atmosphärischen Agentien: doch gelten unter gleichen Bedingungen gleiche Gesetze. Anders werden die organischen Molecüle in Bewegung gesetzt durch blosse Mitwirkung flüssigen Was-

sers, anders durch Mithülfe etwas höherer Temperatur, anders bei vollkommenem Zutritt von Sauerstoff. Es ist leicht einzusehen, dass die bei freiwilligen Zersetzungen entstandenen Producte wieder in neue verwandtschaftliche Beziehungen zu einander treten müssen, wodurch neue Umwandlungen der einzelnen Materien bedingt werden, die ebenfalls wieder nach den äussern Einflüssen verschieden ausfallen müssen. Die Zersetzungsproducte werden sich endlich, in der einfachsten Gruppierung ihrer Elementaratome, in solche Körper auflösen oder umwandeln, die man gewöhnlich für anorganische Stoffe ausgiebt, nemlich in Wasser, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff (H^2C) und Ammoniak.

Liebig, dem wir besonders geläuterte Begriffe über die freiwilligen Zersetzungen organischer Körper verdanken, will *Gährung*, *Fäulniss*, *Verwesung* und *Vermoderung* in folgender Weise unterschieden wissen.

Fäulniss nennt er die Zersetzung eines Körpers in Wasser und durch Wasser, wobei die Elementaratome der Substanz sich unter einander auf eine neue Weise, nach verschiedenen Anziehungen gruppieren, und wobei Wasser theils aufgenommen, theils zersetzt wird.

Verwesung ist dagegen die Zersetzung feuchter, organischer Substanzen unter Zutritt des Sauerstoffs der Luft; der letztere vereinigt sich in diesem Falle anfangs nur mit dem Wasserstoff der organischen Substanz und bildet freies Wasser; zurück bleibt das Oxyd einer Kohlenwasserstoffverbindung, welche aber meist zugleich Kohlensäure verliert; der Sauerstoff dieser rührt aber nicht aus der atmosphärischen Luft her, sondern es ist der vorher gebundene Sauerstoff, der sich mit dem Kohlenstoff der Substanz zu Kohlensäure vereinigt hat; zurück muss alsdann ein sehr kohlenstoffreicher Körper bleiben.

Atmosphärischer Sauerstoff kann sich mit dem Kohlenstoff einer Substanz nur dann erst verbinden, nachdem deren Wasserstoff vollständig oxydirt ist.

Unter Veränderung der äussern Verhältnisse kann ein faulender Körper in Verwesung und ein verwesender in Fäulniss übergehen. Den gemischten Process, durch welchen organische Substanzen bei mangelhaftem Luftzutritt

und Abwesenheit von Wasser sich nach Art beider vorerwähnten Prozesse zersetzen, nennt man *Vermöderung*.

Unter Gährung versteht Liebig nur die Arten von Fäulniss und Verwesung, bei welchen sich kein Geruch oder wenigstens kein unangenehmer verbreitet: eine so relative Erklärung, dass das Wort Gährung völlig aus der Chemie verbannt werden müsste, wenn es sich nicht zu sehr durch sein Alter eingebürgert hätte.

Weinige, geistige Gährung.

Bedingungen: a) Ein gährungsfähiger Zucker oder eine einen solchen enthaltende Substanz. *Rohrzucker, Krümelzucker, Schleimzucker, Milchwucker.*

b) Ferment oder ein stickstoffhaltiger organischer Körper, z. B. Kleber, Eiweiss, Thierfaserstoff, Thierschleim, Leim. Das eigenthümliche Ferment, die sogenannte *Hefe* bildet sich erst bei der Gährung selbst; während des Processes erscheint sie theils auf der Oberfläche der Flüssigkeit, theils setzt sie sich daraus ab; im feuchten Zustande ist sie licht graugelblich, schmierig, getrocknet hornartig, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, geht an der Luft leicht in Fäulniss über, und entwickelt deutlich den Geruch nach altem Käse.

Wird sie im frischen Zustande vor dem Mikroskop betrachtet, so zeigen sich in ihr hie und da Kryptogamen, Fadenpilze oder sphärische Körnchen, von denen eines an das andere angesetzt erscheint; auch Infusionsthierchen hat man in dem Hefenaufgusse beobachtet.

Mit Wasser ausgesüsst, verliert sie auf einige Zeit ihre gährungserregende Kraft; ein heisser Aufguss derselben kann auch erst nach einiger Zeit Zucker in Gährung versetzen; durch Austrocknen wird ihre Eigenschaft, Gährung zu erzeugen, sehr vermindert. Alkohol hebt ihre Gährungskraft gänzlich auf, so wie auch Schwefel, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Quecksilberoxyd, Quecksilberchlorid, arsenige Säure, salpetersaures Silberoxyd, Holzessig, Gerbstoff, Senföl und Senfmehl.

c) Wasser. Dieses muss in einem bestimmten Verhältnisse zur Hefe und zum Zucker stehen; eine sehr con-

centrirte Zuckerlösung gährt anfangs gut, der sich bildende Alkohol hebt aber bald die Gährungskraft der Hefe auf; zu viel Wasser, im Verhältniss zum Zucker, bewirkt, dass die Gährung nur langsam fortschreitet und leicht in die saure übergeht.

d) Temperatur zwischen 15 und 25°; unter 15° geht die geistige Gährung nur langsam vor sich und hört endlich ganz auf; über 25° geht sie leicht in die saure über.

e) Luftzutritt; bei bereits vorhandener Hefe ist kein Luftzutritt erforderlich; ist dagegen eine Zuckerlösung nur kleberhaltig, oder will man sie mittels einer andern stickstoffhaltigen Substanz in Gährung versetzen, so muss anfangs Luft zu der Flüssigkeit zutreten können; eine sehr kleine Menge Sauerstoff reicht hin, den Kleber in Ferment zu verwandeln, und so eine Flüssigkeit zur Gährung zu disponiren.

Process. Unter diesen Bedingungen tritt die Gährung sehr bald ein, die Flüssigkeit trübt sich, und es steigen immerwährend kleine Bläschen von Kohlensäure auf; zugleich erhöht sich die Temperatur der Flüssigkeit; je nach dem Temperaturgrade und den übrigen Bedingnissen ist die Gährung in kürzerer oder längerer Zeit vollendet (in 48 Stunden oder mehreren Wochen), die Flüssigkeit wird wieder klar, indem sich die Hefe absetzt;

Die Producte der Weingährung sind Kohlensäure, Alkohol, Hefe und etwas Ammoniak. Der krystallisirte Rohrzucker nimmt bei der Gährung noch 1 At. Wasser auf, der Krümelzucker wird wasserfrei (beide $= \text{H}^{12} \text{C}^{12} \text{O}^{12}$), um sich in Alkohol und Kohlensäure zu verwandeln ($\text{H}^{12} \text{C}^{12} \text{O}^{12} = 4 \text{H}^3 \text{C}^2 \text{O} + 4 \text{CO}^2$).

Diese Körper sind nicht präformirt, als Radicale, im Zucker enthalten, denn sonst könnte der Zucker mit Salpetersäure unmöglich Oxalsäure liefern, da durch Salpetersäure keine Reduction der Kohlensäure denkbar ist; der Zucker enthält auch keinen Alkohol, sonst würde er wohl mit Säuren Aether geben.

Wie erwähnt, erzeugt sich bei der Gährung selbst die Hefe aus den stickstoffhaltigen Materien süsser Flüssigkeiten, allein wenn eine reine Zuckerlösung mit bereits gebildeter Hefe in Gährung versetzt wird, so zeigt sich, dass hierbei auch die Hefe selbst eine Zersetzung erleiden müsse;

denn die alsdann zurückbleibende, hefeähnliche Substanz enthält keinen Stickstoff mehr; man findet denselben an Wasserstoff gebunden als Ammoniak in der Flüssigkeit.

Bei der Gährung verschiedener Pflanzensäfte bilden sich neben den erwähnten Producten noch andere Körper, die je nach der angewendeten Flüssigkeit verschieden sind; so findet sich *Oenanthsäureäther* im Wein, *Fuselöl* im Branntwein.

Pflanzensäfte, aus Weintrauben, Aepfeln, Johannisbeeren u. s. w., die von selbst in die weinige Gährung übergegangen sind, nennt man nach Absatz der Hefe *Weine*.

Bier wird aus gekeimter Gerste, *Malz*, (und Waizen) bereitet, indem man eine Infusion derselben mit Hefe versetzt, so dass nicht aller Zucker in Alkohol verwandelt werden kann; die gegohrne Flüssigkeit enthält ausser Alkohol und Zucker Dextrin, Pflanzenleim und, wenn Hopfen angewendet wurde, den bitteren Extractivstoff desselben (*Lupulin*).

Branntwein entsteht, wenn eine gegohrne Flüssigkeit von den nicht flüchtigen Theilen derselben abdestillirt wird.

Was das wahre Wesen der geistigen Gährung betrifft, so hat man sich die Einwirkung der Hefe auf den Zucker sehr verschieden zu erklären gesucht.

Berzelius leitet jene Eigenschaft der Hefe von einer *katalytischen Kraft* ab, indem er annimmt, dass der Zucker durch den blossen Contact mit der Hefe in Alkohol und Kohlensäure verwandelt werde.

Andere (Schwann, Latour, Kützing), halten die Hefe für ein wahres *Kryptogam*, das durch den Zucker ernährt werde, und hierbei diesen in Kohlensäure und Alkohol zerlege.

Nach Liebig ist die Weingährung nichts als eine *Fäulniss des Zuckers*, hervorgerufen durch einen stickstoffhaltigen, bereits in Zersetzung begriffenen, Körper.

Alkohol, $H^6C^4O^2$, erhält man meist aus dem gewöhnlichen, von einer gegohrnen Malzinfusion abdestillirten Branntwein; dieser besteht seinem grössten Theile nach aus Wasser und Alkohol; oft enthält er etwas Essigsäure und besonders sogenanntes Fuselöl.

Destillirt man den Branntwein, so geht zuerst wegen der grössern Flüchtigkeit des Alkohols eine Flüssigkeit über, die 75 bis 80 $\frac{2}{3}$

davon enthält, das spätere Destillat enthält 60 bis 70 $\frac{0}{0}$, dann geht immer schwächerer Weingeist über und endlich Wasser.

Durch wiederholte Destillation kann der Weingeist nur bis auf 85 bis 90 $\frac{0}{0}$ Alkoholgehalt concentrirt werden. Durch Schütteln und Destilliren über Gyps, verwittertem Glaubersalz oder kohlensaurem Kali können ihm dann nur noch 4 bis 5 $\frac{0}{0}$ Wasser entzogen werden; ganz wasserfrei wird er nur durch Behandlung mit geglühtem Chlorcalcium oder Kalk erhalten.

Vom Fuselöl befreit man ihn am besten im Grossen durch blosse Digestion mit frisch geglühter, grob zerschlagener Holzkohle, im Kleinen durch Destillation über Aetzkali.

Der absolute (d. h. wasserfreie) Alkohol ist farblos, dünnflüssig, von angenehmem Geruch, und brennend scharfem Geschmack, spec. Gew. bei 15° = 0,7947; er ist noch bei keiner Temperatur zum Gefrieren gebracht worden, kocht bei 78° (28' Bar.), verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr leicht, und zieht aus der Luft Wasser an; mit Wasser gemengt verdichtet er sich und entbindet Wärme; mit Wasser lässt er sich in jedem Verhältnisse mischen.

Der Branntwein enthält nicht über 50 $\frac{0}{0}$ Alkohol; Weingeist (*Spiritus vini rectificatus*) enthält 60 $\frac{0}{0}$, höchst rectificirter Weingeist (*Spiritus vini rectificatissimus*) 80 — 85 $\frac{0}{0}$, alkoholisirter 90 — 95 $\frac{0}{0}$.

Entzündet verbrennt der Alkohol mit blauweisser, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure und Wasser.

Leitet man Alkohol mit Luft durch schwach glühende Röhren, oder bringt man seinen Dampf in Berührung mit erhitztem Platindraht oder mit kaltem Platinschwamm oder Platinmohr, so wird er in Kohlensäure, Essigsäure, Aldehydsäure und Wasser verwandelt; verdünnter Weingeist liefert in der Glühlampe Aldehyd, Acetal, Essigsäure und Essigäther. Wird der Alkohol durch stark glühende Glasröhren geleitet, so liefert er Aldehyd, Kohlenwasserstoffarten (HC und H^2C) und Wasser.

Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, liefert der Weingeist ölbildendes Gas, mit etwas verdünnterer Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arsensäure und Fluorkiesel Aether (S. d. Art. Aethyl), mit den meisten andern Säuren die sogenannten Naphthen.

Körper, welche leicht Sauerstoff abgeben, verwandeln ihn meist in Aldehyd und Essigsäure; ätzende Alkalien löst er auf, färbt sich aber allmählig damit rothbraun.

Er löst alle an der Luft zerfliesslichen Salze, ausser kohlen saurem Kali, auf, und die meisten Chloride; von den organischen Körpern dient er den meisten Säuren, Alkaloiden, Zuckerarten, Harzen, ätherischen Oelen und Fetten (im Kochen) als Lösungsmittel; mit einigen Salzen z. B. salpetersaurem Kalk, salpetersaurer Talkerde, Manganchlorür, Zinnchlorür und Chlorcalcium, geht er, wie das Wasser, Verbindungen in bestimmten Proportionen ein, (*Alkolate*).

Fuselöl ist je nach der Substanz, aus der es erhalten wurde, verschieden. Das *Fuselöl aus Getraide* bleibt grösstentheils nach der Destillation des Branntweins zurück; es ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, talgartig, von scharfem Geschmack und widrigem Geruch, leichter als Wasser, löst sich wenig in demselben, leicht in Alkohol und Aether, kann für sich nicht unzersetzt umdestillirt werden.

Es besteht nach Mulder aus *Oenanthsäure*, *Oenanthsäureäther* und einem eigenthümlichen, etwas consistenterem Oele, *Kornöl*, *Oleum siticum*, $H^{17}C^{24}O$.

Das *Fuselöl aus Kartoffeln*, H^6C^5O (?), ist im reinen Zustande farblos, von widrigem Geschmacke, leichter als Wasser, kocht bei 125° , ist in Wasser wenig, leicht in Alkohol löslich, verbrennt mit leuchtender Flamme.

Fuselöl des Weins, *Oenanthsäureäther*, $H^{18}C^{18}O^5$, wird bei der Destillation der Weinhefen gegen Ende des Destillirens erhalten, kann auch künstlich durch Digestion von Oelsäure mit Salpetersäure, und Destillation der rückständigen Fettsäure mit einer Aethermischung erhalten werden; dieser Körper ist farblos, dünnflüssig, spec. Gew. = 0,862, von starkem betäubendem Geruche und scharfem Geschmacke, siedet über 225° ; ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether; giebt mit ätzenden Alkalien behandelt, *Alkohol* und *Oenanthsäure*, $H^{13}C^{14}O^2 + HO$.

Diese Säure ist farb- geruch- und geschmacklos, bei $+ 13^{\circ}$ butterartig weiss, darüber flüssig, verliert das Hydratwasser über

260°, wird bei 295° unzersetzt destillirt, löst sich nicht in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, röthet Lackmus, verbindet sich schwierig mit Basen zu neutralen Salzen; bildet meist saure Salze.

Unter schleimiger Gährung verstand man früher jene unvollkommene, völlig abnorme Gährung des Mostes, wobei sich kein Alkohol sondern eine schleimige Masse bildet; die Flüssigkeit ist dabei trübe, dick und fadenziehend. Später begriff man unter schleimiger Gährung auch jene spontanen Zersetzungsprocesse, die in einigen rohrzuckerhaltigen Pflanzensäften bei gewöhnlicher Temperatur oder in einer Temperatur von 35 bis 40° eintreten und längere Zeit (Monate lang) dauern; bei diesen Processen entwickelt sich viel Kohlensäure, Kohlenwasserstoff (?) und Wasserstoff (?), in der Flüssigkeit findet man Mannazucker und Milchsäure.

Die beiden letztern Producte scheinen aus Rohrzuckerhydrat entstanden zu sein, denn $H^{11}C^{12}O^{11} = H^7C^6O^6 + H^5C^6O^5$.

Saure Gährung

ist die Oxydation des Alkohols in spirituösen Flüssigkeiten zu Essigsäure.

Bedingungen: a) Alkohol. Meistens sind nur geistige Flüssigkeiten der sauren Gährung fähig; doch scheint Zucker auch unmittelbar in dieselbe übergehen zu können.

b) Ferment. Zur sauren Gährung ist nicht, wie zur weinigen, ein stickstoffhaltiges Ferment erforderlich; eine kleine Menge Essigsäure oder eine andere Pflanzensäure reicht hin, um die saure Gährung hervorzurufen. Indessen können auch stickstoffhaltige Körper, wie Kleber, Eiweiss, saure Hefe denselben Process in spirituösen Flüssigkeiten bedingen.

Die *Essigmutter*, oft als Ferment empfohlen, ist eine sich aus dem Essig absetzende, gallertartige Substanz, welche erst durch Zersetzung des Essigs selbst gebildet zu werden scheint; sie wirkt gährungserregend nur durch ihren Essiggehalt; wohl ausgesüsst hat sie diese Eigenschaft nicht; sie enthält keinen Stickstoff.

c) Wasser in hinreichender Menge; denn nur verdünnte Weine und Branntweine säuren.

d) Temperatur zwischen 30 und 35°. Bei der Schnellessigfabrikation steigert man die Temperatur bis 33 und 40°.

e) Zutritt von atmosphärischer Luft (d. h. von Sauerstoff) ist das wichtigste Erforderniss der sauren Gährung. Es ist daher bei der Essigbereitung nothwendig, dass der gährenden Flüssigkeit eine möglichst grosse Oberfläche gegeben, und gehöriger Luftwechsel eingeleitet werde.

Auf dieses Princip ist die Schnellessigfabrikation in den sogenannten *Essigbildern* gegründet. Auf mit Essig durchtränkte Buchenspäne, die sich in mit mehrern Luftlöchern versehenen Fässern befinden, wird verdünnter Branntwein gegossen bei 35°.

Process. Die Erscheinungen der langsam verlaufenden sauren Gährung gleichen ziemlich denen der Weingährung; die Flüssigkeit wird trübe, die Temperatur steigt, es entwickeln sich Bläschen von kohlensaurem Gas, auf der Oberfläche bildet sich eine kahlige Haut und Essigmutter setzt sich ab.

Bei der Schnellessigfabrikation so wie bei der Behandlung von Weingeist mit Platinschwamm wird keine Kohlensäure gebildet; die Entwicklung derselben hat bei der gewöhnlichen Essigbereitung nur in der Zersetzung anderer beigemengter organischer Substanzen ihren Grund.

Der Alkohol verwandelt sich durch blosse Sauerstoffabsorption in *Wasser* und *Essigsäure*, $H^6C^4O^2 + 4O = H^3C^4O^3 + 3HO$. Bei unvollkommenem Luftzutritt wird keine Essigsäure, sondern *Aldehyd* gebildet. Der Alkohol scheint sich demnach bei der sauren Gährung nur gradweise in Essigsäure zu verwandeln.

Ein At. Alkohol nimmt 2 At. Sauerstoff auf, und bildet Aldehyd, $H^6C^4O^2 + 2O = H^4C^4O^2 + 2HO$, das Aldehyd geht aber an der Luft in Aldehydsäure und Essigsäure über, $H^4C^4O^2 + O = H^3C^4O^2 + HO$ und $H^3C^4O^2 + O = H^3C^4O^3$.

Berzelius sucht die Ursache der sauren Gährung in einer *katalytischen Kraft* des Ferments; nach Liebig ist die Essiggährung eine *Verwesung des Alkohols*, be-

dingt durch andere, in ähnlichen Zersetzungsprocessen begriffene, Körper.

Verwesung. Fäulniss. Vermoderung.

Bedingungen: a) Vollkommenes Schwinden der Lebenskraft. So lange ein Organismus noch unter dem Schutze der Lebenskraft steht, kann er nie wahrhaft faulen oder verwesen; die organische Kraft sucht immerdar das untauglich gewordene zu ersetzen, die Organe zu reproduciren und das fremdartig gewordene zu entfernen; nur wenn alles Leben verschwunden, wenn jede vitale Kraft vernichtet ist, wird die organische Materie den rein physischen Kräften unterthan; die gegenseitigen Verwandtschaften der verschiedenen Radicale so wie die der einzelnen Elemente unter einander bedingen Zersetzungen, welche durch den Wechsel der Temperaturen und electrischen Zustände wie durch die Einwirkung der Luft und des Wassers nur befördert und beschleunigt werden.

b) Eine Temperatur über dem Gefrierpunkte. Unter diesem Punkte findet keine Art von Zersetzung statt; am vollkommensten erhalten sich alle organischen und organisirten Substanzen unter 0° ; die Cadaver vorweltlicher Thiere haben sich Jahrtausende hindurch unversehrt im Polareise erhalten. Wenig über dem Frostpunkte sind kaum Spuren von Zersetzung bemerkbar; erst über 10° nehmen Fäulniss und Verwesung ihren Anfang und haben einen schnellen Fortgang und ein schleuniges Ende.

c) Gegenwart von Wasser. Die Fäulniss im engeren Sinne des Wortes kann nur unter Wasser statt finden, indem dieses den reichlichen Zutritt von Sauerstoff verhindert, und selbst in die Zersetzung mit eingeht. Allein auch bei der Verwesung ist die Gegenwart von Wasser unbedingt nothwendig. Daher schützt man organische Körper vor allerlei Zersetzung, wenn man ihnen alles Wasser entzieht, sei es durch Austrocknen bei gelinder Wärme oder im Luftzug; oder wende man Körper an, die, das Wasser der organischen Substanz anziehend, die Einwirkung der Feuchtigkeit auf dieselbe verhindern. Auf letztere Weise mag es geschehen, dass Alkohol, Zucker, Kohlen und Salze,

wie Kochsalz, Salpeter u. dergl. *fäulnisswidrig*, *antiseptisch*, wirken.

d) Zutritt von atmosphärischer Luft. Die Gegenwart von Sauerstoff ist unbedingt nothwendig, um die der *Verwesung* eigenthümlichen Erscheinungen hervorzubringen; ist doch die Verwesung nichts andres als ein langsamer Oxydationsprocess, eine unmerkliche Verbrennung. Es scheint zwar, als ob zur *Fäulniss* der Luftzutritt nicht erforderlich sei, ja als ob derselbe sogar durch Umhüllung der organischen Substanz mit Wasser verhindert werden müsste; allein man hat noch keinen Körper in *Fäulniss* übergehen sehen, der vorher nicht durch eigne theilweise *Verwesung* oder durch Berührung mit einer verwesenden Substanz zur Zersetzung disponirt worden wäre.

Der Sauerstoff scheint den ersten Anstoss zu geben, um eine Störung im Gleichgewichte der in der organischen Substanz zusammengruppirten Molecüle einfacher und zusammengesetzter Art hervorzubringen. Körper, die entweder auf mechanische Weise den Luftzutritt verhindern (Wachs, Fett, Harz, Kalkbrei, oder solche, die den hinzutretenden Sauerstoff binden, seien sie fest oder gasförmig (Stickstoffoxyd, schweflige Säure, Schwefelblumen, Eisenfeilspäne), pflegen daher zur Erhaltung organischer Substanzen angewendet zu werden. *Verwesung und Fäulniss* werden von organischen Substanzen abgehalten, wenn dieselben in hermetisch verschlossenen Gefässen kurze Zeit bis zu wenigen Graden über den Siedepunkt des Wassers erhitzt werden (Appert's Methode): es tritt hier keine Verwesung ein, da der im Gefässe enthaltene, gasige Sauerstoff bei jener Temperatur mit der organischen Substanz verbunden, und so unfähig gemacht wird, die *Verwesung* und *darauf folgende Fäulniss* der organischen Substanz einzuleiten.

In *sauerstofffreien Luftarten* geht die Verwesung in Fäulniss oder Vermoderung über; die Gase selbst dienen dabei oft mit zur Erzeugung neuer Verbindungen.

e) Berührung mit bereits in Verwesung begriffenen Körpern. Eine Menge stickstofffreier, organischer Substanzen unterliegt in reinem Zustande keiner

freiwilligen Zersetzung, selbst wenn Wasser und reine (ausgeglühte, staubfreie) Luft hinlänglich zutreten kann. Die organischen Säuren und Pflanzenbasen, Stärkmehl und mehrere andre Körper gehen ebensowenig in Fäulniss oder Verwesung über, als Zucker allein sich in Alkohol und Kohlensäure zersetzt: wie hier die Hefe die Zersetzung bedingt, so dort die Fäulniss eines bereits in Zersetzung begriffenen, namentlich stickstoffhaltigen, Körpers. So wie der Wasserstoff bei seiner Verbrennung, wenn er mit Stickstoff gemengt ist, denselben zu gleicher Verbindung mit Sauerstoff bestimmt, so wie das mit Silber legirte Platin schon in reiner Salpetersäure, wie das Silber allein, aufgelöst wird, so wie das sich zersetzende Wasserstoffhyperoxyd die Oxyde der edeln Metalle zu gleicher Sauerstoffabgabe anregt, so ruft erst ein bereits verwesender Körper in vielen andern eine ähnliche chemische Action, eine ähnliche Zersetzung, Verwesung oder Fäulniss, hervor (Liebig).

Daher verwandelt sich *Harnbenzoësäure* im faulenden Pferdeharn sehr bald in reine *Benzoësäure* und andere Producte, Harnstoff im sich zersetzenden Urin, oder wenn er in gährenden Zuckerflüssigkeiten aufgelöst ist, in *Kohlensäure* und *Ammoniak*, Amygdalin unter ähnlichen Verhältnissen in *Blausäure* und andere Körper und Asparagin in *Asparaginsäure* und *Ammoniak*.

Besonders sind es stickstoffhaltige Körper, welche andere Substanzen zu solchen Zersetzungen anregen; denn sie selbst sind zur Zersetzung sehr geneigt, theils weil sie meist sehr zusammengesetzt sind, weil die grosse Anzahl ihrer locker zusammengehaltenen Molecüle leichter einen Anstoss zur Veränderung der gegenseitigen Lage erhält, theils weil ihre Elemente noch mannigfaltigeren Anziehungen unter einander folgen, als die der stickstofffreien Körper.

Daher kommt es, dass vorzüglich stickstoffhaltige Substanzen, die bereits in Zersetzung begriffen sind, so leicht gleiche Metamorphosen in andern organischen Körpern hervorzubringen vermögen. Diese stickstoffhaltigen Substanzen, wie Muskelfleisch, Eiweiss, Urin, sind dazu noch meist Gemenge mehrerer Substanzen, so dass in ihnen um

so leichter die mannigfachen Verwandtschaften der verschiedenartigen, zusammengesetzten und einfachen Grundlagen rege werden müssen. Deswegen sind auch Flüssigkeiten, die mehr als eine organische Substanz, und namentlich eine stickstoffhaltige enthalten, um so geneigter zur Verwesung und Fäulniss. Darum lassen sich Cadaver auch schon länger aufbewahren, wenn die Gefässe derselben mit reinem Wasser ausgespritzt worden sind, da durch Entfernung des sich so leicht zersetzenden Blutes die übrigen Theile vor dem schnellen Eintritt einer gleichen Metamorphose verwahrt werden.

Aus dieser Ursache mag wenigstens zum Theil auch der Grund herzuleiten sein, weswegen starkem Luftzuge ausgesetzte Substanzen weniger leicht in Verwesung übergehen, da hierdurch die gebildeten Zersetzungsproducte weggeführt oder alsbald zerstört werden; auf letztere Weise muss auch die antiseptische Wirkung des Chlors und Chlorkalks zu erklären sein. Einen ähnlichen Grund mag die fäulnisswidrige Kraft einiger Substanzen haben, wie Mineralsäuren, Holzessig, Gerbstoff, arsenige Säure, Quecksilberchlorid, salpetersaures Silberoxyd, Zinnchlorür u. a. m. Diese Körper, selbst in geringen Mengen angewandt, verhindern wohl zunächst die Metamorphose einiger, in einem Körper enthaltenen, leicht zersetzbaren Substanzen, indem sie sich mit diesem chemisch verbinden, und ihre Elemente auf gleiche Weise zusammenhalten, wie die Elemente der Salpetersäure, Unterschwefelsäure und vieler andern Säuren nur durch die Gegenwart von Wasser oder einer Base zusammengehalten werden können. So verhindert man auch die Zersetzung von Pflanzensäften dadurch, dass man die in ihnen enthaltenen stickstoffreichen Körper durch Fällung oder Coagulation daraus entfernt.

Process. Die Natur jener Processe, die man mit den Namen: *Verwesung*, *Fäulniss*, *Vermoderung*, belegt hat, ist im wesentlichen schon oben angedeutet worden. Es versteht sich von selbst, dass die Art und die Menge der Zersetzungsproducte verschieden sein müssen, nicht nur nach den Verhältnissen, unter welchen die Metamorphose selbst vor sich geht, sondern auch nach der Verschiedenheit der Zusammensetzung einer jeden organi-

schen Substanz: jedoch lässt sich im Allgemeinen dem Obigen etwa noch Folgendes hinzufügen.

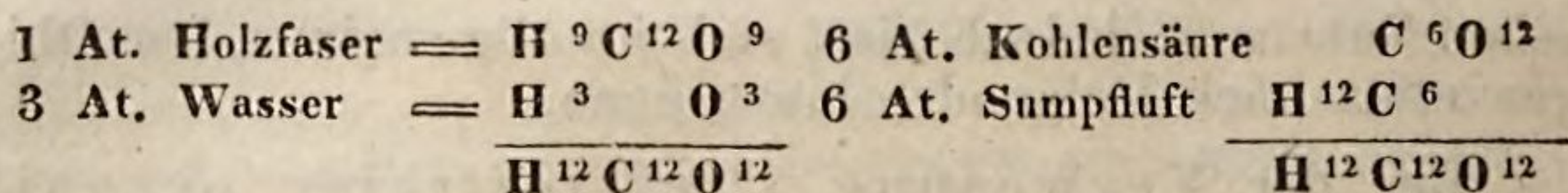
Bei der Verwesung stickstofffreier organischer Körper verbindet sich zunächst ein Theil des Wasserstoffs derselben mit Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft zu Wasser; hierauf vereinigt sich entweder ein Theil Kohlenstoff mit einem entsprechenden Theile des in der organischen Substanz gebundenen Sauerstoffs und entweicht als Kohlensäure; oder es tritt ein Theil Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft noch an die organische Substanz und bildet eine höhere Oxydationsstufe. Ein Beispiel der letztern Art ist die Umbildung des Alkohols in Essigsäure: auf die erstere Weise geht die Verwesung des Holzes von Statten.

Denkt man sich das Holz aus 24 At. Wasserstoff, 36 At. Kohlenstoff und 24 At. Sauerstoff zusammengesetzt, so werden demselben bei der Verwesung zunächst 12 At. Wasserstoff durch den Sauerstoff der Luft entzogen, darauf entwickeln sich 6 At. Kohlensäure, deren Elemente vom Holze selbst herrühren; zurückbleibt endlich Humus, denn $H^{24}C^{36}O^{24} - (H^{12} + C^6O^{12}) = H^{12}C^{30}O^{12}$.

Bei der Verwesung vegetabilischer Substanzen findet oft eine so schnelle und heftige Sauerstoffabsorption statt, dass durch die Verdichtung des Sauerstoffs sich die Temperatur bedeutend erhöht, ja sich bis zur Selbstentzündung steigern kann, wie man diess schon oft bei feuchtem Heu, Mehl u. s. w. beobachtet hat.

Bei der Fäulniss stickstofffreier Körper wirken bloß die Elemente der organischen Substanz selbst so wie die des Wassers nach ihren verschiedenen chemischen Anziehungen auf einander; der Kohlenstoff theilt sich hierbei meist in den Wasserstoff und Sauerstoff der organischen Substanz und des Wassers; es entstehen hierdurch neben Kohlensäure verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen oder Oxyde derselben. Ein Beispiel dieser Art der Zersetzung bietet wiederum die Fäulniss der Holzfaser dar.

Die aus 9 At. Wasserstoff, 12 At. Kohlenstoff und 9 At. Sauerstoff bestehende Pflanzenfaser zersetzt sich unter Aufnahme von 3 At. Wasser in 6 At. Kohlensäure und 6 At. Sumpfluft:



Bei unvollkommenem Luftzutritt und Mangel an Wasser findet *Vermoderung* statt; einem solchen Process sind z. B. die unter der Erdoberfläche verschütteten Vegetabilien unterworfen; die Bildung der Steinkohlen und Braunkohlen hat in einer Vermoderung jener ungeheuren Gewächse der Vorwelt ihren Grund; bei vielen dieser organischen Massen mag im Anfange der Zersetzung Zutritt von Sauerstoff statt gefunden haben, und nach dem Gesetze der Verwesung der Substanz eine Menge, wo nicht aller, Wasserstoff entzogen worden sein; später erst erzeugten sich vielleicht unter Mithülfe einer höhern Temperatur jene Massen von Kohlensäure, die wir so oft sich aus Kohlenflötzen entwickeln sehen. War die Luft hingegen schon vom Anfange der Zersetzung an ausgeschlossen, so erzeugte sich im Gegentheil eine grössre Menge von Kohlenwasserstoff, das als Grubengas bekannt ist.

Die spontanen Zersetzungen stickstoffhaltiger Körper sind im Allgemeinen denselben Gesetzen unterworfen, wie die der stickstofffreien, nur dass bei ihnen noch die besonderen Anziehungen des Stickstoffs zum Wasserstoff ins Spiel kommen. Die thierischen Körper, meist mehr noch mit Wasser getränkt, als die vegetabilischen, sind in der Regel mehr zum Processe der Fäulniss, als zu dem der Verwesung geneigt, zumal da der Stickstoff, überall seine Verwandtschaft zum Wasserstoff gelten machend, um so mehr die Zersetzung des Wassers bedingt.

So geht der Harnstoff bei seiner Fäulniss mit 2 At. Wasser in kohleensaures Ammoniak über ($\text{H}^4 \text{C}^2 \text{N}^2 \text{O}^2 + \text{H}^2 \text{O}^2 = \text{H}^6 \text{N}^2 + \text{C}^2 \text{O}^4$).

Nur wenn sehr reichlicher Luftzutritt statt findet, wird die Ammoniakbildung verhindert und es entweicht freies Stickstoffgas; ist in diesem Falle noch eine starke Salzbasis zugegen, so wird dadurch zugleich die Salpetersäurebildung bedingt.

Bei der eigenthümlichen Fäulniss der stickstoffhaltigen Substanzen geht zwar der Kohlenstoff auch

nach Art der Fäulniss stickstofffreier Körper Verbindungen mit Sauerstoff und Wasserstoff ein, es erzeugen sich reichliche Mengen von Kohlensäure, Kohlenwasserstoffarten und deren Oxyden, doch immer herrscht die Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoff, das *Ammoniak*, vor, das wohl meist auch der Träger der abscheulichen Gerüche faulender Körper ist; dazu gesellen sich, wenn die organische Substanz Schwefel oder Phosphor enthielt, noch die übelriechenden Verbindungen von Wasserstoff mit diesen Elementen.

Da die Zusammensetzung stickstoffhaltiger Substanzen in der Regel weit complicirter ist, als die stickstofffreier, so müssen auch die Zersetzungsproducte derselben weit mannigfaltiger sein, als bei jenen. Es wird der Perioden hier mehrere geben, wo aus den Zersetzungsproducten sich neue Producte erzeugen, bis am Ende der Metamorphose sich die organische Masse in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und einen dem Humus ähnlichen Körper aufgelöst hat; es werden erst Myriaden von Würmern in den anfänglichen Zersetzungsproducten, in dem zusammenfallenden, verjauchenden Körper ihre Nahrung finden, ehe der ganze organische Complex sich in seine anorganischen Atome zerlegt hat.

Vielleicht dürfte die Bildung von *Fettwachs*, *Adipocire*, in thierischen Körpern, die längere Zeit in feuchter Erde gelegen haben, eine Art von *Vermoderung* jener stickstoffhaltigen Substanzen seien; es ist wenigstens nicht ganz unwahrscheinlich, dass das durch Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen entstandene Ammoniak zur Bildung der im Fettwachs gefundenen Fettsäuren aus dem Fett und anderen organischen Substanzen Anlass gegeben hat.

Bekanntere Producte freiwilliger Zersetzungen.

Humus und Humussäure. Der *Humus*, *Damm-erde*, ist eines der Hauptproducte der Fäulniss und Verwesung von Pflanzenstoffen und macht einen wesentlichen Bestandtheil der fruchtbaren Ackererde aus.

Wird der Humus mit Wasser behandelt, so hinterlässt er einen braunen unlöslichen Körper, den sogenannten Mo-

derstoff, und eine kohleartige Materie: in Auflösung ist das sogenannte Humus extract, welches keine Reaction auf Lackmus zeigt, und meist aus auflöslichen, humussaurer Salzen besteht. Durch längeres Kochen des Humus mit Wasser erhält man die freie Humussäure; auch lässt sie sich durch Behandeln des Humus mit Kalilauge und Fällen der filtrirten Flüssigkeit mit Salzsäure erhalten. Am reinsten stellt man Humus und Humussäure dar, wenn man Zucker längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure kocht; die Humussäure löst man in Ammoniak, worin der Humus ungelöst bleibt; durch Salzsäure wird die Humussäure aus der Ammoniakverbindung gefällt.

Beide Körper, die einander isomer sind, $= H C^2 O$, bilden schwarze, geruch- und geschmacklose Massen. Die Humussäure löst sich wenig in Wasser und Alkohol, röthet Lackmus, bildet mit Alkalien schwarz gefärbte, auflösliche Salze; die übrigen humussaurer Salze sind unauflöslich.

Quellsäure und Quellsatzsäure. Diese Säuren erzeugen sich vorzüglich bei der Fäulniss vegetabilischer Substanzen; sie sind in mehrern Quellwässern, im Bergmehl (kieselerdehaltige Skelete von Infusionsthierchen), in Eisenochern und Sumpferzen gefunden worden; man erhält sie aus diesen Substanzen durch Auskochen mit Kalilauge; die mit Essigsäure im Ueberschuss versetzte Lösung wird mit essigsaurem Kupferoxyd versetzt; das quellsatzsaure Kupferoxyd fällt nieder, während das quellsaure Salz in Lösung bleibt; diese Metallsalze zersetzt man einzeln mit Schwefelwasserstoff.

Reine Quellsäure ist eine gelbliche Masse, nicht krystallinisch, von säuerlich zusammenziehendem Geschmack, in Wasser und Alkohol löslich, röthet Lackmus, zersetzt sich beim Erhitzen und entwickelt, mit Kali erhitzt, Ammoniak. Sie bildet mit Basen leicht- und schwerlösliche, nicht krystallisirbare Salze; durch längeres Stehen an der Luft geht sie über in

Quellsatzsäure. Diese stellt trocken eine schwarzbraune, gesprungene Masse dar, die beim Reiben ein dunkelrothes Pulver giebt; sie schmeckt zusammenziehend, ist in Alkohol und Wasser ziemlich auflöslich, röthet Lackmus; ihre Salze sind von schwarzbrauner Farbe, und gleichen

rücksichtlich ihrer Löslichkeit den quellsauren; durch Erhitzen wird diese Säure zersetzt, und entwickelt ammoniakalische Producte.

Honigstein ist wohl mit zu den Zersetzungsproducten zu rechnen, die sich bei der Vermoderung vegetabilischer Substanzen, bei der Bildung fossiler Kohle erzeugt haben; indessen ist er nur in der Braunkohle zu Artern gefunden worden; er krystallisirt in gelben, durchsichtigen Oktaëdern, wird beim Reiben negativ electrisch, und besteht aus Alaunerde und einer eigenthümlichen Säure, der

Honigsteinsäure, $C^3O^4 + HO$; diese erhält man aus dem Fossile durch Digestion mit kohlensaurem Ammoniak, Fällen der Lösung des Ammoniaksalzes mit Bleizucker, und Zersetzen des honigsteinsauren Bleioxyds mit Schwefelwasserstoff. Sie krystallisirt in verworrenen Nadeln, schmeckt sauer, ist luftbeständig, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, röthet Lackmus, verkohlt beim Erhitzen, wird durch Salpetersäure nicht verändert; aus alkoholischen Lösungen ist sie nicht wieder krystallisirt zu erhalten; ihre Salze sind unlöslich, ausser denen der Alkalien.

Die Braunkohlen, *Lignite*, finden sich meist unter Sand und Thon unfern der Erdoberfläche; sie scheinen vorzüglich durch Vermoderung von Dikotyledonen entstanden zu sein. Ihrer Farbe nach sind sie sehr verschieden, lichtbraun bis schwarzbraun gefärbt; die schönste braune Farbe giebt die *Umbrä*; sie zeigen meist noch ziemlich deutliche Holzgestalt; sehr feste und glasige Braunkohle nennt man *bituminöses Holz*; sie enthalten eine braune extractartige, dem Humus ähnliche, Masse, oft Eisenvitriol, Bittersalz, Alaun, Schwefelblei und vorzüglich Schwefeleisen, dessen Oxydation oft Selbstentzündungen veranlasst; deshalb hinterlassen sie bei der Verbrennung viel Asche; bei der trocknen Destillation geben sie dieselben Producte, wie das Holz. In den Braunkohlen findet man oft eingeschlossen: *Retinit*, *Bernstein* und *Bergtalg*.

Die Steinkohlen, *Schwarzkohlen*, haben wohl ein höheres Alter als die Braunkohlen; sie scheinen meist das Vermoderungsproduct von urweltlichen Monokotyledonen, namentlich Farrenkräutern, Lycopodien und Equiseten zu sein; sie kommen meist in grossen Lagern vor, die mit Schieferthon und Sandstein abwechseln; es zeigt sich

an ihnen keine Holztextur mehr, sie sind weit compacter und dichter als Braunkohle, schwerer als Wasser; ihrem Kohlenstoffgehalte nach sind sie sehr von einander verschieden; die schwerste, dichteste und kohlenstoffreichste Steinkohle ist der *Anthracit*.

Alle Steinkohlen enthalten mehr oder weniger Wasserstoff, etwas Sauerstoff und auch Stickstoff; ihrem verschiedenen Gehalte an Wasserstoff verdanken sie ihr verschiedenes Verhalten in der Hitze, einige zerfallen bei der Destillation zu Pulver, *Sandkohle*, andere sintern etwas zusammen, *Sinterkohle*, und noch andere bilden nach dem Glühen schwarze, geschmolzene, glasige Massen, *Backkohle*; letztere enthalten am meisten Wasserstoff und geben die grösste Menge ölbildendes Gas; die Rückstände der ausgeglühten Backkohle nennt man *Coaks*.

Zersetzung organischer Körper durch Wärme.

Im Allgemeinen folgt die Umwandlung organischer Körper beim Erhitzen denselben Gesetzen, die wir bei der Fäulniss kennen gelernt haben; findet zumal die Zersetzung der organischen Substanz bei erhöhter Temperatur im Wasser oder wenigstens im feuchten Zustande statt, so sind die Erscheinungen dieser Metamorphose fast nur dem Grade des Bedingnisses, nicht dem Wesen des Processes nach verschieden.

Wie sich Blausäure bei der Fäulniss in Ameisensäure und Ammoniak zerlegt, so zerfallen im Wasser Oxalsäure bei 100° in Oxalsäure und Harnstoff ($\text{H}^3\text{C}^6\text{N}^2\text{O}^7 + \text{HO} = \text{C}^4\text{O}^6 + \text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2$) und Asparagin bei 150° in Asparaginsäure und Ammoniak ($\text{H}^8\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^6 + \text{HO} = \text{H}^4\text{N O} + \text{H}^5\text{C}^6\text{N O}^6$).

Durch gelindes Erwärmen mancher Substanzen wird schon eine Störung im Gleichgewichte der näheren oder entfernteren Bestandtheile und somit eine Umlegung der Atome bewerkstelligt; das vorsichtige Erwärmen bis zum Schmelzpunkte, das *Rösten* mancher organischen Substanzen, giebt hierzu deutliche Beispiele.

So wird das Stärkmehl beim Rösten in Gummi, der Rohrzucker in Schleimzucker verwandelt.

Ganz so wie bei der Fäulniss findet auch beim Erhitzen organischer Körper ohne Wasser entweder eine Theilung des Kohlenstoffs in den Wasserstoff und den Sauerstoff der Substanz statt, indem sich Kohlensäure, Kohlenoxyd und eine den ganzen Wasserstoff enthaltende Substanz erzeugt; oder der Sauerstoff der Substanz bildet mit einem Theile Wasserstoff und Kohlenstoff Wasser und Kohlensäure, wobei Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffverbindungen abgeschieden werden.

Indessen wirkt die Wärme, vorzüglich bei Abwesenheit von Wasser und verhindertem Luftzutritt, das ist bei der *trocknen Destillation*, zugleich disponirend, d. h. sie bedingt vorzüglich die Bildung solcher Substanzen, die bei höherer Temperatur Gasform annehmen; denn die Zersetzungsproducte selbst sind sehr verschieden nach der Temperatur, der eine organische Substanz ausgesetzt wurde. Es lassen sich in dieser Hinsicht sogar gewisse Perioden der Zersetzung unterscheiden.

In der ersten Periode bei Anwendung der geringsten Hitzegrade entstehen gewöhnlich neben Wasser und Kohlensäure jene Säuren, die man mit dem Namen der brenzlichen belegt und die meist ein einfacheres Radical haben, als der zersetzte Körper; oder es bilden sich leicht entzündliche, wasserstoffreiche Substanzen, die bei gewöhnlicher Temperatur fest werden, *Brandharze*, *Brandöle*, *fettartige Körper*, u. s. w.

In der zweiten Periode bei gesteigerter Temperatur werden diese Körper selbst wieder zersetzt, der Sauerstoff der gebildeten *Brenzsäure* verbindet sich mit einem Theile Wasserstoff zu Wasser, ein anderer Theil Sauerstoff mit Kohlenstoff zu Kohlenoxyd und Kohlensäure; es entstehen neue sauerstoffarme Körper, Kohlenwasserstoffverbindungen fester, flüssiger und gasiger Art; zugleich findet auch in diesem Grade Abscheidung von Kohle statt.

In der letzten Periode der Zersetzung, bei den stärksten Hitzegraden, bilden sich nur rein anorganische Verbindungen; Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, ölbildendes Gas, Sumpfluft, reines Wasserstoffgas und Kohlenstoff scheiden sich ebenfalls aus.

Nicht alle Körper durchlaufen bei ihrer Zersetzung diese drei Perioden; je zusammengesetzter ein organischer Körper ist, je zusammengesetzter seine Radicale selbst sind, desto vielfacher, desto mannigfaltiger, desto verschiedenartiger werden seine Zersetzungsproducte bei verschiedenen Temperaturen sein.

Der ganze Verlauf der trocknen Destillation besteht in der wiederholten Bildung von Radicalen, die, je länger und je mehr sie der Hitze ausgesetzt sind, immer um so einfacher werden, bis sie sich endlich zu ganz einfachen, binären, anorganischen Verbindungen constituiren. Diess gilt insbesondere von den thierischen, stickstoffhaltigen Körpern, die meist zusammengesetztere Radicale haben. Bei ihnen lassen sich daher jene verschiedenen Perioden weniger genau unterscheiden; doch behauptet auch hier schon in dem ersten Grade der Stickstoff seine Verwandtschaft zum Wasserstoff, während auf der andern Seite sich meist Kohlensäure, Wasser, Kohlenwasserstoffverbindungen und Oxyde derselben erzeugen.

Daher erkennt man stickstofffreie organische Körper meist daran, dass sie bei der trocknen Destillation sauer reagirende Producte liefern, während die Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger Körper alkalisch reagiren.

Jene Producte der trocknen Destillation organischer Körper vermehren sich noch, wenn der zersetzten Substanz ein anorganischer Körper beigemengt war, welcher zugleich prädisponirend wirkte. (S. unten).

Destillationsproducte organischer Säuren.

Die Zersetzungen organischer Säuren in der Wärme sind zur Zeit am genauesten studirt worden, theils weil ihre Radicale meist einfacher und demnach ihre Producte weniger complicirt sind, theils weil ihre Zusammensetzung selbst am genauesten bestimmt werden kann. Bei den meisten organischen Säuren hat man gefunden, dass in der ersten Periode der trocknen Destillation in der Regel neue Säuren mit einfacherem Radicale, *Brenzsäuren*, unter Abgabe von Wasser oder Kohlensäure oder von beiden gebildet werden; ja es hat sich herausgestellt, dass in dieser ersten Periode sehr wesentliche Unterschiede in den

Zersetzungsproducten bei oft einander sehr naheliegenden Temperaturgraden statt haben.

Gallussäure liefert bei 210° Pyrogallussäure und Kohlensäure, bei 250° Metagallussäure, Kohlensäure und Wasser, Aepfelsäure bei 150° Fumarsäure und Wasser, bei 200° Equisetsäure und Wasser, Weinsäure und Traubensäure bei 190° Brenzweinsäure, Wasser und Kohlensäure, über 200° Brenztraubensäure und dieselben Nebenproducte.

In der Regel wird bei der trocknen Destillation der Säuren zugleich die Ausscheidung von etwas Kohle und die Bildung von einer bräunlichen, öligen Substanz bemerkt; diese Erscheinungen sind immer von einer theilweisen Zersetzung der Brenzsäure selbst herzuleiten, wie sich von selbst ergibt, wenn man die Zusammensetzung der Brenzsäure mit der der ursprünglichen Säure vergleicht.

Die Brenzsäuren, so wie sie ausser den erwähnten Säuren auch *Citronensäure*, *Mekonsäure*, *Chinasäure* und *Schleimsäure* liefern, sind meistens nur bei der Temperatur flüchtig, bei welcher sie gebildet wurden; werden sie viel über jene Temperatur hinaus erhitzt, so zersetzen sie sich nach den oben angeführten Regeln.

Die wichtigsten flüchtigen, durch Destillation nicht zersetzbaren Säuren sind: *Essigsäure*, *Ameisensäure*, *Bernsteinsäure* und *Benzoëssäure*; dieselben werden aber zerlegt, wenn man sie durch glühende Röhren leitet, oder wenn man sie an Basen bindet und erhitzt. (S. unten).

Destillationsproducte der Pflanzenalkaloide.

Wegen der höchst complicirten Zusammensetzung der Pflanzenbasen ist das Verhalten dieser Körper bei der trocknen Destillation noch wenig untersucht; ist man doch über die atomistische Zusammensetzung dieser Körper noch keineswegs einig. Die bisherigen Beobachtungen über ihre Zersetzung in der Hitze haben nur gelehrt, dass diese den Destillationen anderer stickstoffhaltiger Körper nicht unähnlich ist, aber nicht zur Kenntniss bemerkenswerther Producte geführt hat.

Destillationsproducte der Fette.

Unterwirft man die Fette und fetten Oele vorsichtig der trocknen Destillation, so fangen sie bei 300° bis 320° an, in eine dem Sieden ähnliche, wallende Bewegung zu gerathen, wobei sich zunächst Wasserdämpfe entwickeln, die als die Producte der ersten Zersetzung anzusehen sind; denn schon hat das Fett nach ihrem Entweichen eine Veränderung erlitten. Bald darauf entwickeln sich auch Kohlensäure, entzündliche Gasarten und Dämpfe; sammelt man die letztern in einer wohl abgekühlten Vorlage, so findet man meist die den einzelnen Fettarten entsprechenden Fettsäuren, vorzüglich *Elaänsäure*, *Margarinsäure* und *Stearinsäure*, neben diesen aber auch noch eine flüchtige, die Augen und Nase sehr reizende Substanz, *Acrolein*, und eine flüchtige, in Wasser lösliche, Lackmus röthende Fettsäure, *acidum sebacicum*, $H^8C^{10}O^3$, so wie auch grössere oder geringere Mengen von Benzoësäure und Essigsäure.

Erhitzt man diese Zersetzungsproducte von Neuem bei höherer Temperatur, oder unterwirft man die Fette selbst einer sehr jäh steigenden Hitze, glüht man sie z. B. mit Sand, Ziegelmehl, Coakspulver u. dergl., oder lässt man sie auf rothglühende, feste Körper fließen: so erfolgt sogleich eine vollkommene Zersetzung, indem sich hier aus den sauerstoffarmen Körpern fast nur leicht entzündliche Kohlenwasserstoffverbindungen, namentlich ölbildendes Gas und demselben analog zusammengesetzte Körper (*Triyl*, $H1\frac{1}{2}C^3$ und *Ditetryl*, H^2C^2), erzeugen.

Destillationsproducte der Harze.

Die Harze verhalten sich im Allgemeinen in der Hitze als sehr kohlenstoff- und wasserstoffreiche Körper, den Fetten nicht unähnlich; werden sie nemlich vorsichtig in verschlossenen Gefässen erhitzt, so liefern sie ausser ein wenig Wasser und den gewöhnlichen gasigen Producten vorzüglich sogenannte *Brandsäuren* und *Brandöle*, d. h. Körper, welche, den Harzen gleich, in Wasser unlöslich, auflöslich in Alkohol, meist Lackmus röthen und sich mit Basen verbinden können, auf der andern Seite aber Körper, die rücksichtlich ihrer Zusammensetzung und ihrer

physikalischen Eigenschaften, sehr den in der Natur vorkommenden ätherischen Oelen gleichen, und auch nicht den widrigen Geruch der gewöhnlichen Zersetzungsproducte organischer Körper haben. Diese Brandöle sind höchst wahrscheinlich nach der Art und Zusammensetzung des zersetzten Harzes höchst verschieden.

Fremy erhielt ein solches Oel bei vorsichtig geleiteter Destillation eines Harzes; dasselbe, von ihm *Resineïn* genannt, = $H^{15}C^{20}O$, ist farblos, von schwachem Geruch, siedet bei 250° , unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol, leicht in Aether.

Ganz wie die Fette, werden die Harze durch schnell gesteigerte Temperatur unter Zurücklassung von wenig Kohle hauptsächlich in ölbildendes Gas und flüssige und feste, flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen zersetzt.

Einige Körper letzterer Art, welche es gelungen ist aus dem bei der Leuchtgasbereitung durch Fichtenharz (v. *Pinus maritima*) beim Abkühlen erhaltenem Oele abzuscheiden, sind folgende:

Harznaphtha, H^4C^7 , ein farbloses, flüchtiges Oel, welches in der Kälte nicht erstarrt, bei 108° unzersetzt überdestillirt, in Wasser unlöslich ist, sich aber leicht in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen auflöst.

Harzthran, *Retinol*, H^4C^8 , ein farbloses Oel, welches bei 240° siedet, und vorzüglich gut den Schwefel auflöst.

Retisterin, H^7C^{16} , weisse, perlmutterglänzende Blättchen, die bei 67° schmelzen und bei 325° siedend, in Wasser unlöslich sind, sich aber in kochendem Alkohol, Aether und flüchtigen Oelen leicht auflösen.

Destillationsproducte des Holzes.

Die Zersetzungsproducte der trocknen Destillation des Holzes sind genauer untersucht als die meisten der vorerwähnten Körper, da zum Behufe des gewöhnlichen Lebens das Holz einem solchen Processe öfter unterworfen wird, um daraus *Kohlen*, *Theer* oder *Holzessig* zu gewinnen.

Die Zersetzungsproducte der Verkohlung des Holzes sind wie die aller anderen Körper, je nach der angewendeten Temperatur qualitativ und quantitativ höchst verschie-

den. Die Zersetzung des Holzes beginnt schon bei 150° , hierbei entwickelt sich vorzüglich Wasser und Kohlensäure; mit Erhöhung der Temperatur tritt immer wieder eine neue Gasentwicklung ein, bis in der Rothglühhitze alle Entmischung des Holzes beendigt ist; bei einer solchen langsamen Zersetzung des Holzes wird mehr Kohle, Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffgas erzeugt, aber weit weniger Theer und Holzessig, als bei einer Zersetzung in schnell vermehrter Hitze.

Es liegt am Tage, dass jene Producte auch zum Theil nach der Art des Holzes höchst verschieden sein müssen; denn obgleich die Holzfaser selbst in allen Holzarten ziemlich gleich ist, so müssen doch die Nebenbestandtheile, wie Harze, Gummi u. s. w. die Producte wesentlich verschieden machen. Immer hat man jedoch gefunden, dass bei der trocknen Destillation des Holzes sich im Anfange ein ziemlich reines Wasser, alsdann eine schwächer und später eine stärker saure Flüssigkeit, *Holzsaure*, und endlich eine Menge von brenzlichen Substanzen entwickelt, die sich zu einer braunen, zähen, dickflüssigen Masse, dem *Theer*, condensiren.

Holzsaure.

Die saure Reaction und der stechende Geruch jener wässrigen Flüssigkeit rührt von dem Gehalte derselben an Essigsäure her; diese ist zum Theil mit Brandharz und Brandöl verbunden; ausser diesen Körpern hat man in der gewöhnlichen Holzsaure noch eine eigenthümliche stickstoffhaltige Substanz von brauner Farbe und stinkendem Geruch und eine spirituöse Flüssigkeit, den *Holzgeist*, gefunden.

Holzgeist, Holzspiritus. Wird die Holzsaure im Grossen noch einmal umdestillirt, und das zuerst übergehende besonders aufgefangen, so erhält man eine leichte, gelb gefärbte, geistig riechende Flüssigkeit, welche noch etwas Wasser, ein flüchtiges Brandöl, einen gelben Farbstoff und einen eigenthümlichen, spirituösen Körper, *Mesit*, enthält.

Das Mesit, $H^6C^6O^4$, ist dünnflüssig, von angenehmen ätherartigem Geruche, brennendem Geschmacke, spec.

Gew. = 0,919 bei $+22^{\circ}$, siedet bei 58° , lässt sich mit Wasser in jedem Verhältnisse mischen; so auch mit Alkohol und Aether; durch Behandlung mit Kalkhydrat oder anderen starken Basen wird dieser Körper in Essigsäure ($\text{H}^3\text{C}^4\text{O}^3$) und eine neue spirituöse Substanz, den eigentlichen *Holzgeist*, $\text{H}^4\text{C}^2\text{O}^2$, zerlegt.

Der durch Kohle und Kalk vom gelben Farbstoffe und durch Chlorcalcium vom Wasser befreite *Holzgeist*, *Holzalkohol*, ist farblos, dünnflüssig, von ätherartigem Geruche, von sehr brennendem Geschmacke, spec. Gew. = 0,798 bei $+20^{\circ}$, siedet bei 66° , lässt sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischen, ist entzündlich und verbrennt mit bläulicher, wenig leuchtender Flamme; fein vertheiltes Platin wird in seinem Dampfe glühend, hierbei bildet sich vorzüglich Ameisensäure und *Formal*.

Dieser Körper zeigt eine auffallende Analogie mit dem Alkohol, die noch mehr aus seinen Zersetzungsproducten ersichtlich wird; so giebt er, mit Schwefelsäure digerirt, ein ätherartiges Gas, *Methyloxyd*, *Holzäther*, das ein Atom Wasser weniger als er selbst enthält, und also in dasselbe Verhältniss zu ihm tritt, wie der Weinäther zum Weinalkohol; mit den meisten andern Säuren geht er wie der Weinalkohol flüchtige Verbindungen ein, Körper, die den Naphten ganz analog zusammengesetzt sind. Von oxydirenden Körpern so wie von ätzenden Alkalien wird er auf eine dem Alkohol völlig ähnliche Weise zersetzt. Gleich diesem löst er insbesondere die an der Luft zerfliesslichen Mineralsalze auf, so wie auch alle in Alkohol löslichen, organischen Substanzen; auch verbindet er sich mit einigen Salzen, z. B. Chlorcalcium, wie gewöhnlicher Alkohol, in bestimmten Proportionen, doch unterscheidet er sich von diesem wieder dadurch, dass er mit wasserfreier Baryterde eine krystallinische Verbindung eingeht.

Theer.

Die bei der trocknen Destillation des Holzes und anderer vegetabilischer Substanzen später gesammelte, dicke, zähe, übelriechende Flüssigkeit besteht hauptsächlich aus mit Essigsäure gesättigten Brandölen und Brandharzen; ausserdem hat Reichenbach aber noch mehrere eigen-

thümliche Substanzen durch wiederholte Destillationen und verschiedene Behandlung aus dem Theer selbst wieder ausgeschieden, von denen es sich meist nicht mit Bestimmtheit darthun lässt, ob sie Producte der ursprünglichen Destillation des Holzes oder erst Producte der wiederholten Destillation des Theers sind.

Brandöle sammeln sich fast bei jeder trocknen Destillation je nach der angewendeten Temperatur und der Art der zersetzten Substanz in verschiedener Menge und verschiedenen Eigenschaften an. Im Allgemeinen sind die zuerst übergehenden Oele farblos, dünnflüssig, von widrigem Geruche und brennendem Geschmacke, leicht entzündlich, mit gelber, rusender Flamme verbrennend. Viele derselben absorbiren aus der Luft Sauerstoff, und färben sich dann braun und schwarz, indem sie sich, wie die ätherischen Oele verharzen; derselbe Process wird durch schwefelsaures Eisenoxyd bedingt, welches zu Oxydul reducirt wird.

In Alkohol, Aether und fetten Oelen sind sie leicht löslich, unlöslich in Wasser; mit Schwefelsäure bilden sie eigenthümliche Säuren, die selbst mit Baryt und Bleioxyd lösliche Salze geben; von Salpetersäure werden sie verharzt; für Harze und selbst für Caoutchouk sind sie gute Lösungsmittel; das letztere lassen sie, wenn sie harzfrei sind, beim Verdunsten mit allen seinen frühern Eigenschaften zurück.

Brandharze gehen bei der trocknen Destillation meist später über als die Oele, jedoch geht mit den Oelen meist etwas Harz und mit den Harzen etwas Oel über; die Verhältnisse, in welchen diese beiden Gattungen von Körpern in den Destillationsproducten vorkommen, sind übrigens sehr verschieden. Die Brandharze ähneln im Allgemeinen sehr den gewöhnlichen Harzen, jedoch zerfallen sie selbst wieder in zwei Unterabtheilungen, von denen die eine jene Harze umschliesst, welche meist mit Essigsäure verbunden vorkommen, Lackmus röthen und andere saure Eigenschaften zeigen, während die andere die indifferenten Körper dieser Art umfasst.

Paraffin, ein dem ölbildenden Gase polymerer Körper, findet sich nicht blos im Holztheer, sondern auch in jenen theerartigen Massen, die sich bei der trocknen

Destillation von andern vegetabilischen und animalischen Substanzen, von Braunkohlen, Alaunschiefern und Steinöl bilden.

Am besten erhält man es, wenn Buchentheer zur Trockenheit abdestillirt, und das in der Vorlage zu unterst befindliche Theeröl noch einmal destillirt wird, bis das Uebergehende dick zu werden anfängt; das nachher besonders aufgefangene Destillat ist Paraffin, welches durch Digeriren mit concentrirter Schwefelsäure bei 50° und Auflösen in kochendem Alkohol noch zu reinigen ist.

Das Paraffin ist weiss, krystallinisch, fettglänzend, ohne Geschmack und Geruch, schmilzt bei $43,7^{\circ}$, bildet bei höherer Temperatur weisse Dämpfe, und lässt sich unzersetzt destilliren, entzündet verbrennt es mit weisser, heller Flamme ohne Rus; es wird weder von Säuren, noch Alkalien, noch einem andern Körper zersetzt, löst sich nicht in Wasser und siedendem Alkohol, leicht in Aether, flüchtigen Oelen und warmen fetten Oelen auf; lässt sich mit Schwefel, Phosphor, Wachs, Harz zusammenschmelzen.

Eupion findet sich, besonders dem Paraffin anhaftend, in verschiedenen Theerarten und besonders in den Destillationsproducten fetter Oele.

Durch wiederholte Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure und mit kaustischem Kali und sehr langsame Destillation wird es gereinigt.

Das Eupion bildet eine farblose, wasserhelle Flüssigkeit, welche das Licht nur schwach bricht; leitet Electricität nicht, spec. Gew. = 0,655 bei 20° , ohne Geschmack, von schwachem, nicht unangenehmen Geruche, siedet bei 47° , destillirt unverändert über, löst sich in Alkohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen, brennt mittels eines Doctes mit heller, nicht rusender Flamme, wird durch Mineralsäuren und ätzende Alkalien nicht zersetzt, lässt sich mit keinem Körper in bestimmten Proportionen verbinden, löst Jod, Schwefel, Phosphor, Fette und Harze ziemlich leicht auf.

Kreosot, $H^9C^{14}O^2$, findet sich in allen Destillationsproducten vegetabilischer und animalischer Körper; im Holzessig, der ihm seine antiseptische Kraft verdankt, findet sich ungefähr $1\frac{1}{2}$ Procent davon, am meisten im Theer aus Torf.

Aus dem Holzessig erhält man es durch einen sehr complicirten Process; man sättigt nemlich den bis zu 70° erwärmten Essig mit verwittertem Glaubersalz, durch welches das brenzliche Oel abgeschieden wird; dieses Oel oder Buchentheer (welcher 20 bis 25 $\frac{0}{100}$ Kreosot enthält) wird zur Hälfte abdestillirt, und das Destillationsproduct noch einmal rectificirt, und in einzelnen Portionen aufgefangen; so lange die übergehende Masse auf Wasser schwimmt, enthält sie Eupion und ist zu entfernen; die später kommende, untersinkende besteht grösstentheils aus Kreosot; dieses wird mit kohlensaurem Kali gemischt und dann abdestillirt, das Destillat mit verdünnter Phosphorsäure vom Ammoniak befreit; so lange es noch durch Kali gebräunt wird, behandelt man es wiederholt mit Phosphorsäure und mit Kalilauge.

Das **Kreosot** ist eine farblose, öartige Flüssigkeit, bricht das Licht sehr stark, von durchdringend widrigem Geruche und brennendem, ätzendem Geschmacke, spec. Gew. = 1,037 bei 20°, ist nicht zum Gefrieren zu bringen, siedet bei 203°, leitet Electricität nicht; wird nur wenig vom Wasser aufgenommen (1 Th. in 80 Th. Wasser) mit Alkohol, Aether und Schwefelkohlenstoff lässt es sich in jedem Verhältnisse mischen; es ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, an der Luft wird es nicht verändert, entzündet verbrennt es mit leuchtender, stark rusender Flamme; durch Körper, die den Sauerstoff leicht abgeben, Quecksilberoxyd, Eisenoxyd, Salpetersäure wird es oxydirt und verharzt; durch glühende Röhren geleitet wird es zersetzt; es löst Schwefel, Selen und Phosphor und eine Menge Salze, Alkaloide, Harze und fette Oele auf; Kalium oxydirt sich darin, von Schwefelsäure wird es roth, braun und endlich schwarz gefärbt; mit Essigsäure lässt es sich in jedem Verhältnisse mischen; mit Alkalien geht es krystallinische Verbindungen ein; es fällt Gummi und Eiweiss, nicht aber Leim aus seinen Lösungen, wirkt blutstillend, schützt organische Körper vor Fäulniss.

Picamar ist der Körper, welcher allen empyreumatischen Stoffen den bitteren Geschmack ertheilt.

Man gewinnt es aus dem Buchentheer (welcher 17 bis 20 $\frac{0}{100}$ davon enthält), indem man denselben destillirt, und durch Fractionirung des Destillates dasjenige besonders auf-

fängt, welches am dichtesten, am schwersten ist; das in der Kälte vom Paraffin abgeseihte Product wird mit Kalilauge versetzt; nach einiger Zeit scheiden sich Krystalle von Picamarkali ab; diese werden abgepresst und wiederholt mit Kalilauge gelöst und umkrystallisirt, und endlich durch Phosphorsäure zersetzt und destillirt.

Das reine Picamar ist eine farblose, dickliche Flüssigkeit, von schwachem Geruche, ausnehmend bitterm, hintennach brennendem Geschmack, spec. Gew. = 1,1 bei 20°, siedet bei 280°; ist nicht zum Gefrieren gebracht worden; Wasser nimmt kaum $\frac{1}{1000}$ davon auf, mit Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen lässt es sich in jedem Verhältnisse mischen; es löst Schwefel, Jod, Phosphor, Campher, Harze, Indigblau auf, geht mit Kali, Natron, Ammoniak und Kalkerde krystallinische Verbindungen ein, brennt mit Docht wie Oel.

Kapnomor bildet sich bei der trocknen Destillation der meisten Pflanzen- und Thierkörper.

Man stellt es dar, indem man die zuletzt übergehenden, im Wasser untersinkenden Theile des Destillats zur Sättigung der Essigsäure mit kohlensaurem Kali versetzt; hierbei scheidet sich ein Oel ab, welches durch wiederholtes Auflösen in Kalilauge (von 1,20 spec. Gew.), Zersetzen durch Schwefelsäure und Destilliren gereinigt wird.

Das reine Kapnomor ist eine klare, farblose Flüssigkeit; von angenehm gewürzhaftem Geruche und sehr stechendem Geschmacke, spec. Gew. = 0,9775 bei 20°, es bricht das Licht sehr stark, leitet Electricität nicht, siedet bei 185°, löst sich etwas in heissem Wasser, beim Erkalten trübt sich die Flüssigkeit; es löst sich leicht in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen auf und dient dem Schwefel, Phosphor, mehreren organischen Säuren, Fetten, Harzen, Caoutchouk und Indigblau als Lösungsmittel. An der Luft bleibt es unverändert; es verbrennt nur durch Dochte mit heller, aber rusender Flamme; mit Schwefelsäure bildet es eine purpurrothe Flüssigkeit; mit mehreren Salzen verbindet es sich; von Alkalien wird es nicht verändert.

Cedriret wird aus dem rectificirten Brandöl des Buchentheers erhalten, indem man in demselben die Essigsäure zuerst mit kohlensaurem Kali sättigt, und dann das

Ganze in Kalilauge digerirt, die alkalische Lösung wird mit Essigsäure neutralisirt und darauf destillirt; man fängt nur die letzten $\frac{2}{3}$ des Destillates auf; diese haben die Eigenschaft, sich in Berührung mit atmosphärischer Luft, noch schneller aber mit schwefelsaurem Eisenoxyd, roth zu färben, und sich in kleinen rothen Nadeln auszuscheiden. Sie sind in der Hitze weder schmelzbar noch flüchtig, entzündet verbrennen sie mit lodernder Flamme, von Schwefelsäure werden sie mit indigblauer, von Kreosot mit purpurrother Farbe aufgelöst; unlöslich sind sie in Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen.

Pittakal bildet eine dunkelblaue, feste, abfärbende Masse, die wie Indigblau, einen kupferrothen Strich annimmt, sie ist geruch- und geschmacklos, verkohlt beim Erhitzen und liefert ammoniakalische Producte; im Wasser ist sie unlöslich, löst sich aber in Säuren, vorzüglich Essigsäure, aus welcher sie durch Alkalien in schön blauen, mikroskopischen Krystallnadeln wieder gefällt wird; man erkennt die Gegenwart dieses Körpers im Theeröl daran, dass dieses auf Zusatz von Barythydrat, da wo es mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt, dunkelblau und endlich schwarz gefärbt wird.

Naphthalin, H^8C^{20} , scheint sich erst aus dem Theere von thierischen, vegetabilischen und einigen fossilen Stoffen theils durch höhere Temperatur, theils durch eine theilweise Oxydation zu bilden; man findet es daher im Rus, Ofenrauch und besonders in dem zur Erzeugung des Leuchtgases gebildeten Steinkohlentheer, es entsteht auch bei der trocknen Destillation des benzoësauren Kalks neben dem Benzon.

Man bereitet es durch Rectification des Steinkohlentheers; die dabei erhaltenen kleinen Krystalle werden wiederholt in Alkohol gelöst, umkrystallisirt und sublimirt.

Das Naphthalin krystallisirt in weissen, silberglänzenden Blättchen oder in langen, durchscheinenden Nadeln, von brennend aromatischem Geschmack und Geruch, es ist schwerer als Wasser, schmilzt bei 79° bis 85° , siedet bei 210° , mit Wasserdämpfen gemengt, destillirt es sehr leicht über; es ist entzündlich und verbrennt mit leuchtender Flamme, die einen dicken Rus erzeugt; in kal-

tem Wasser ist es unlöslich, von heissem wird etwas davon aufgenommen; in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen ist es leicht auflöslich. Von Essigsäure und Salzsäure wird das Naphthalin zu einer klaren, rothen Flüssigkeit aufgelöst; von heisser Salpetersäure wird es in eine neue krystallinische Substanz, *Naphthalinsäure*, umgewandelt; mit Schwefelsäure behandelt, liefert es mehrere Verbindungen, in denen theils Schwefelsäure, theils Unterschwefelsäure enthalten ist. Mit Chlor und Brom kann es sich in mehrern Verhältnissen verbinden; durch grössere Mengen wird ihm jedoch ein Theil Wasserstoff entzogen, und es bilden sich Chloride mit einem wasserstoffärmern Kohlenwasserstoff.

Paranaphthalin, H^6C^{15} , wird durch fractionirte Destillation aus dem Steinkohlentheer gewonnen; die zweite Hälfte des Destillats behandelt man nemlich mit etwas Terpenthinöl; das in diesem aufgelöste Paranaphthalin schießt beim Abkühlen bis -10° daraus in blättrigen Krystallen an; es schmilzt bei 180° , siedet über 300° , lässt sich selbst sublimiren, ohne bis zum Schmelzen erhitzt worden zu sein; es löst sich nicht in Wasser, Alkohol und Aether, aber leicht in Terpenthinöl; von Schwefelsäure wird es mit schmutziggrüner Farbe aufgelöst, von Salpetersäure mit Heftigkeit zersetzt.

Aus dem Steinkohlentheer sowohl als aus andern Destillationsproducten hat man noch eine Menge Stoffe dargestellt, die bald mehr bald weniger genau untersucht sind; hieher gehören z. B. *Chrysin*, *Pyrin*, *Kyanol*, *Leukol*, *Pyrrhol* u. s. w.

Kienöl. Bei der Destillation harzreicher Hölzer sammelt sich in der zuerst übergehenden Flüssigkeit ein Harz an, welches mit Wasser destillirt das sogenannte Kienöl giebt; dasselbe ist anfangs wasserklar, wird aber an der Luft sehr bald gelb und dicklich, riecht unangenehmer als Terpenthinöl; es ist eine Auflösung von Brandharz in einem Gemeng von Brandöl und Terpenthinöl.

Verwandt mit diesem ist das zur Fabrikation künstlichen Rums und des Juchtenleders angewendete *Birkenöl*.

Caoutchouköl wird durch trockne Destillation des Caoutchouks erhalten; das rectificirte Oel ist farblos, spec.

Gew. = 0,68, sehr flüchtig, löst Harze und Caoutchouk sehr leicht auf, verbindet sich auch mit Fetten. Es ist ein Gemeng mehrerer Oele von verschiedener Flüchtigkeit, die meist die Zusammensetzung des Terpenthinöls zu haben scheinen; man hat deren zwei etwas genauer untersucht, und sie *Caoutchin* und *Heveïn* genannt.

Steinkohlentheeröl wird durch Destillation des Steinkohlentheers mit Wasser erhalten; es ist blassgelb gefärbt, spec. Gew. ungefähr 0,93, wird allmählig an der Luft braunroth, ist von äusserst widrigem Geruche, sehr flüchtig, ein sehr gutes Lösungsmittel für Harze und Caoutchouk.

Bernsteinöl. Bei der trocknen Destillation des Bernsteins sammeln sich im Halse der Retorte Krystalle von Bernsteinsäure und in der Vorlage ein braungelbes Oel an, welches aus einem mehr und einem weniger flüchtigen Oel, Brandharz und Brandsäure und einem krystallisirbaren, flüchtigen Harze, *Bernsteincampher*, besteht. Das Bernsteinöl wird meist zu medicinischem Behufe angewendet, und zu dem Zwecke entweder mit Wasser oder so rectificirt, dass nur die ersten $\frac{2}{3}$ davon aufgefangen werden (*Oleum succini rectificatum*); es ist alsdann farblos oder blassgelblich, spec. Gew. ungefähr 0,80.

Mit 3 Theilen rauchender Salpetersäure vermischt, liefert das unrectificirte Oel den *künstlichen Moschus*, ein braungelbes, weiches Harz, welches nach Moschus riecht und Lackmus röthet.

Hirschhornöl, *Oleum cornu cervi foetidum*, *Oleum animale empyreumaticum*, wird nicht blos durch trockne Destillation des Hirschhorns, sondern auch aus den meisten anderen, thierischen Substanzen, Knochen, Fleisch, Blut u. s. w. gewonnen. Die anfangs übergehende Flüssigkeit ist gelb, dünnflüssig, das darauf folgende wird aber immer dicker und brauner; das Destillat enthält ausser dem flüchtigen Oele Harze, Extractivstoffe, Brandsäure, Paraffin, Eupion, und besonders Ammoniak, an Essigsäure, Blausäure und Kohlensäure gebunden.

Wird dieses unreine Oel noch einmal einer Desillation bei sehr niedriger Temperatur oder mit Wasser gemischt unterworfen, und blos der zuerst übergehende, farblose

oder gelbliche Theil aufgefangen, so erhält man das *Oleum animale Dippelii*, *Oleum animale aethereum*. Dieses ist farblos, dünnflüssig, von abscheulichem Geruche, wird am Lichte und an der Luft gelb, bräunlich und dickflüssig; vom Wasser wird es nur wenig aufgenommen, löst sich leicht in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen; es reagirt alkalisch und wird durch Salpetersäure verharzt.

Es scheint selbst ein Gemeng mehrerer ölartiger Körper zu sein.

Kohle.

Es ist erwähnt worden, dass bei der trocknen Destillation der meisten organischen Körper eine grössere oder geringere Quantität Kohle zurückbleibt. Da die Mehrzahl der organischen Körper in der Hitze erst schmilzt, so bekommt die zurückbleibende Kohle meist das Ansehen einer geschmolzenen, blasigen oder zellenförmigen Masse, von mehr oder weniger Glanz. Aus nicht schmelzenden, kohlenstoffreichen Körpern erhält man dagegen meist eine glanzlose Kohle, die sich als Skelet des zersetzten Körpers darstellt.

Die Eigenschaften der Kohle sind nun aber sehr verschieden theils nach der Art des verkohlten Stoffes, theils nach dem Temperaturgrade, dem die Kohle zuletzt ausgesetzt wurde, theils nach den Substanzen, die ihnen noch beigemischt sind. Es ist schon oben (S. 32.) von der Eigenschaft der Kohlen, Gase und Miasmen zu absorbiren, und Farbstoffe so wie Extractivstoffe auf sich niederzuschlagen, die Rede gewesen. Die Pflanzenkohle steht der Thierkohle rücksichtlich ihres Absorptionsvermögens für luftförmige Stoffe voran, ja die Kohle in der Hitze schmelzender Körper entbehrt jener Eigenschaft ganz, sobald sie noch eine glänzende, zusammenhängende Masse von geschmolzenen Ansehn bildet, und nicht weiteren Behandlungen unterworfen worden ist; denn nur die Porosität der Kohle ist es, welche ein grösseres oder geringeres Vermögen für Gasabsorption bedingt. Kohle mit grösseren Poren, z. B. die des Korkes absorbirt weniger Gas, als solche mit kleineren Poren z. B. Buchsbaumkohle. Sehr dichte Kohle dagegen, deren Poren nur äusserst klein oder nicht zugänglich sind, entbehren jenes Vermögens ganz,

z. B. Graphit und jene Kohle die sich absetzt, wenn ätherische Oele durch glühende Ponzellanröhren geleitet werden. Die Gasabsorption und Condensation frisch ausgeglühter Kohle geschieht zuweilen so schnell und so heftig, dass die Kohlen ins Glühen gerathen, und sich an der Luft von selbst entzünden.

Rücksichtlich der *Eigenschaft, aus Flüssigkeiten aufgelöste Materien auszuscheiden*, wird dagegen die vegetabilische Kohle von der animalischen bedeutend übertroffen; indessen hat auch diese jene Eigenschaft nur in geringem Grade oder gar nicht, so lange sie noch nicht mit einem kohlensauren Alkali zusammengerieben und von neuem ausgeglüht worden ist; auch hier ist die Porosität die Hauptbedingung.

Die Kohle schlägt aber nicht bloß organische Substanzen wie Farb- und Riechstoffe nieder, sondern auch einige mineralische Körper, z. B. Kalkwasser, Jod aus Jodkaliumlösung, salpetersaures Bleioxyd und eine Menge basischer Metallsalze; Silber schlägt sie aus seinen Lösungen auf sich regulinisch nieder.

Der *Temperaturgrad, dem eine Kohle ausgesetzt* wird, bedingt erhebliche Unterschiede in den Eigenschaften derselben; im Allgemeinen hat man gefunden, dass durch sehr heftiges Glühen die Kohlen um ein Bedeutendes dichter werden (z. B. künstlicher Graphit in den Hohöfen), und folgende Eigenschaften erlangen: Electricität zu leiten, in Berührung mit Zink negativ electrisch zu werden, und die Wärme so gut zu leiten, dass sie sich nur sehr schwer entzünden lassen, indem die ganze Kohlenmasse erhitzt sein muss, damit sie sich an einer Stelle entzünden könne. Es ist aber bekannt, dass die gewöhnlichen, nicht sehr hohen Hitzegraden ausgesetzt gewesen, Kohlen schlechte Leiter für Electricität und Wärme sind, und dass sie in Berührung mit Zink keine Electricität erzeugen.

Die Verschiedenheit der Kohlen hängt endlich auch von den ihnen *beigemengten Theilen* ab; in jeder Kohle lassen sich immer noch Spuren von Wasserstoff nachweisen; der Verkohlungsrückstand der reinsten organischen Substanz ist noch nicht reiner Kohlenstoff. So gross auch die Verwandtschaft des Stickstoffs zum Wasserstoff ist, und

so leicht sich bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Körper Ammoniak entwickelt, so finden wir doch in dem Verkohlungsrückstande aller thierischen Körper noch an Kohlenstoff gebundenen Stickstoff, dessen Gegenwart sich durch Glühen der Kohle mit starken Basen aus der Bildung von *Cyan* ersehen lässt.

Enthielt die organische Substanz noch mineralische Stoffe, unterwarf man ganze organische Gewebe oder organisirte Stoffe der trocknen Destillation, so werden sich im Verkohlungsrückstande jene Mineralstoffe theils unzersetzt, theils verändert wieder finden.

Chlormetalle und phosphorsaure Salze lassen sich meist unverändert aus der Kohle mit Wasser oder Säuren ausziehen, Kiesel-erde durch Alkalien. Dagegen werden die schwefelsauren Salze gewöhnlich als Schwefelmetalle wieder gefunden; manche Kohle entwickelt daher mit Salzsäure übergossen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff; vorzüglich findet man aber in der Kohle kohlensaure Salze, da die meisten Verbindungen von organischen Säuren mit Mineralbasen sich durch Glühen in kohlensaure Salze verwandeln, solche Verbindungen aber gerade sehr häufig in thierischen und pflanzlichen Organismen vorkommen.

Unter allen vegetabilischen Stoffen wendet man am häufigsten das Holz an, theils um die zu verschiedenen Zwecke erforderliche Kohle zu erhalten, theils um Holz-essig, Theer und andere Destillationsproducte zu gewinnen. Die *Verkohlung des Holzes* geschieht entweder bei sehr mangelhaftem Luftzutritt in Meilern oder Haufen, oder bei vollkommen abgehaltenem Luftzutritte in *Oefen* oder *Cylindern*.

Unter Meilern versteht man aus Holzkloben conisch oder halbkuglich zusammengesetzte Haufen, in deren Mitte, dem *Quandel*, ein hohler Raum gelassen ist; von dem aus, vermittelt glühender Kohlen, der Meiler angezündet wird. Man unterscheidet stehende und liegende Meiler; die ersteren gleichen abgestumpften Kegeln, indem die meisten der Kloben bei solchen fast vertical mit nur sehr geringer Neigung nach dem Quandel zu aufgestellt sind. Bei den liegenden Meilern sind nur einige Kloben um den Quandel herum vertical aufgestellt, die übrigen liegen horizontal, divergirend um den Quandel herumgeschichtet.

Jeder Meiler wird, um den Luftzug zu verhindern mit Sand, Rasen oder feuchten Kohlen, (*Kohlenlösche*), bedeckt.

Die Verkohlung des Holzes in Haufen, *liegenden Werken*, unterscheidet sich von der Meilerverkohlung nur dadurch, dass eine Masse in einer langen Reihe horizontal liegender Holzkloben von einer Seite her angezündet werden, und sich nun von dem untern Ende nach dem obern, dem *Segel* (die Holzschicht ist nach dem hintern Theile zu ansteigend), die Verkohlung allmählig fortpflanzt, so dass also die Kohlen am untern Ende gezogen werden können, während nach dem Segel hin das Holz noch unverkohlt ist.

Bei der Meiler- und Haufenverkohlung gehen die flüchtigen Destillationsproducte meist verloren; man hat zwar Meiler in ummauerten Räumen und Gruben zu construiren versucht und angewendet, allein die Menge der Destillationsproducte war meist nicht gross und somit der Vortheil gering.

Es ist klar, dass bei unvollkommenem Luftzutritt nach dem einfachsten Gesetze chemischer Verwandtschaft sich der Wasserstoff meist mit dem hinzutretenden Sauerstoff zu Wasser vereinigen und somit eine geringere Menge Kohlenwasserstoffverbindungen erzeugen wird. Es geht zugleich hieraus hervor, dass der Gewinn an Kohlenstoff, wenn nicht aller Sauerstoffzutritt aufgehoben ist bei der Meiler- und Haufenverkohlung bedeutender sein muss, da hier weniger Kohlenstoff zur Bildung von Kohlenwasserstoffverbindungen consumirt werden kann. In dem Ebenerwähnten ist auch der Grund zu suchen, warum die Verkohlungsmethoden in *Oefen* und *Cylindern* weit weniger Kohle und weit mehr Holzsäure und Theer zu liefern im Stande sind.

Die Oefen bestehen aus grossen Kasten von Eisenblech oder gusseisernen Platten; sie müssen luftdicht verschlossen und mit einer Mündungsröhre versehen sein, von welcher die Dämpfe zunächst in einen Abkühlungsapparat geleitet werden; die flüssig gewordenen Producte werden gemeinlich in einer Cysterne gesammelt, die gasigen Producte aber in die Flamme unter dem Ofen zur Vermehrung der Hitze geführt.

Die Verkohlung des Holzes in eisernen Cylindern wird theils in derselben Art und zu demselben Zwecke, wie die in Oefen, vorgenommen, theils in etwas anderer Weise zur Darstellung einer noch wasserstoffhaltigen, zum Schiesspulver tauglichen, Kohle angewendet. Im letztern Falle füllt man dünne eiserne Röhren oder Cylinder mit Stäben von weichem, porösem Holze und erhitzt sie unter immerwährendem Umdrehen nur bis zur Rothglühhitze. Die so erhaltene Kohle ist noch sehr wasserstoffhaltig, leicht entzündlich und leicht in Kalilauge löslich.

Daher es bei der Analyse des Schiesspulvers räthlich ist, den Schwefel nicht mit ätzenden Alkalien, sondern mit Schwefelkohlenstoff auszuziehen.

Das Verkohlen, *Vercoaken*, *Abschwefeln* der Steinkohlen wird ebensowohl in Meilern und Haufen, als in verschlossenen Oefen auf ähnliche Weise wie die trockne Destillation des Holzes vorgenommen, wobei die Zwecke auch eben so verschieden sind wie dort, theils um eine zur Feuerung brauchbare, besonders vom Schwefel befreite Kohle zu erhalten, theils um den Steinkohlentheer, theils um das Leuchtgas zu gewinnen.

Auch Braunkohlen und Torf hat man einem Verkohlungsprocesse unterworfen.

Thierische Stoffe, wie Horn, Elfenbein, Knochen, Fleisch, Blut u. s. w. werden je nach der Art des zu erzielenden Productes theils in gusseisernen Cylindern, theils in eisernen Calcinirtöpfen, theils in eisernen Retorten der trocknen Destillation unterworfen. Auch in diesen Fällen leitet man meist die im Refrigerator nicht condensirten, elastisch flüssigen Körper auf die Feuerungsstelle, theils um die Hitze zu vermehren, theils um diese abscheulich riechenden Miasmen zu zerstören. Man hat hierbei meist zwei Hauptzwecke im Auge: zuerst die Gewinnung von thierischer Kohle, *gebranntem Elfenbein*, welches theils zur Entfärbung, theils als schwarzfärbendes, unzerstörbares Mittel verwendet wird; auf der andern Seite dient dieser Process zur *Salmiakfabrikation*, indem das hierbei sich bildende kohlensaure Ammoniak gesammelt, durch freie Schwefelsäure oder schwefelsaures Ei-

senoxydul in schwefelsaures Ammoniak verwandelt und dann weiter behandelt wird.

Der Bereitung des empyreumatischen kohlsauren Ammoniaks so wie der des Thieröles ist oben bereits Erwähnung gethan worden.

Unvollkommene Verbrennung organischer Körper.

Die meisten organischen Substanzen, namentlich diejenigen, die reich an Kohlenstoff und Wasserstoff, aber arm an Stickstoff und Sauerstoff sind, lassen sich in atmosphärischer Luft entweder durch Anwendung hoher Hitzegrade oder durch Berührung mit einem brennenden Körper entzünden. Man darf jedoch nicht glauben, dass bei der Verbrennung organischer Körper, selbst bei dem vollkommensten Sauerstoffzutritt, die Elemente derselben sich unmittelbar mit dem Sauerstoff vereinigen. Selbst aus den Mitteln, die nothwendig sind, um solche Stoffe zu entzünden, geht hervor, dass der vollkommenen Verbrennung derselben eine trockne Destillation vorangehen muss.

Durch einen bereits brennenden Körper werden gewöhnlich die zum Leuchten oder Heitzen bestimmten Materien auf eine der trocknen Destillation ganz ähnliche Weise zersetzt, und nun sind es zunächst die gasförmigen Zersetzungsproducte, welche sich entzünden, und die Art so wie die Form der Flamme bedingen. Die Verbrennungsproducte selbst, so wie ihre Elemente verbinden sich nun aber keinesweges zu gleicher Zeit mit dem zuströmenden Sauerstoff, sondern in der Regel entzünden sich zuerst die wasserstoffreichen Materien, und von deren Bestandtheilen zuerst der Wasserstoff selbst. Der Kohlenstoff verbindet sich nicht eher mit dem Sauerstoff, als bis aller Wasserstoff des dampfförmigen Körpers vollständig verbrannt ist; erst nachher entzünden sich, wenn noch Sauerstoff genug vorhanden ist, die bereits glühenden Kohlenstoffmolecüle. Nun ist aber bei der Verbrennung unserer gewöhnlichen Brennmaterialien der Luftzug meist nicht so

stark, dass eine zur vollkommenen Verbrennung aller durch die Hitze bereits zersetzten Materien und namentlich des Kohlenstoffs hinreichende Quantität Sauerstoff zugeführt würde; daher gehen bei den gewöhnlichen Verbrennungen noch eine grosse Menge Kohlenstofftheilchen und kohlenstoffreicher Zersetzungsproducte unverbrannt fort, und schlagen sich meist aus der erkälteten Luft an feste Körper als *Rus* nieder.

An unsern gewöhnlichen leuchtenden *Flammen* wird der eben beschriebene Verbrennungsprocess, bei näherer Betrachtung der einzelnen Theile derselben, recht ersichtlich. In der Mitte der Flamme sieht man einen bläulichen Kegel, der aus den sich verflüchtigen Zersetzungsproducten der organischen Substanz besteht und ganz dem aus den Gasröhren ausströmenden noch unzersetzen Leuchtgase entspricht; dieser bläuliche Theil ist gleichsam von einem leuchtenden Mantel umgeben; in diesem geschieht die Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der zuströmenden Luft; die weiss glühenden unverbrannten Kohlenstoffmoleküle bedingen das Leuchten dieses Theils der Flamme. Die Verbrennung des Kohlenstoffs geht erst in dem, jene leuchtende Parthie einhüllenden, bläulichen Nebel vor sich.

Eine Flamme ist nur dann leuchtend, wenn *feste, feuerbeständige* Theilchen in ihr ins Weissglühen gerathen sind: daher zum Theil der starke Glanz der Phosphorflamme. Findet nicht hinreichender Zutritt von Sauerstoff statt, so muss die Flamme an Leuchtkraft verlieren, indem die ausgeschiedenen Kohlenstofftheilchen nicht vollständig ins Glühen kommen können.

Bei der Bereitung des *Ruses* lässt man absichtlich den Sauerstoff nur sparsam Zutreten, um die Verbrennung des Kohlenstoffs möglichst zu verhindern. So gewinnt man den *Kienrus* dadurch, dass man kieniges Holz, Theer oder Harz meist in Töpfen entzündet und nur spärlich Luft Zutreten lässt; der hieraus sich entwickelnde, dichte Rauch wird in Hütten geleitet, welche mit einem langen meist liegenden Schornstein versehen sind; letzterer ist mit einer Kappe von Sackleinwand oder lockern Flanell verschlossen; der *Rus* sammelt sich theils auf dem Boden und an den Wänden der Hütte, theils im Schornsteine an.

Man hat noch viele andere Methoden und Mittel, *Rus* zu verschiedenen Zwecken zu bereiten; so gewinnt man die feineren Sorten

desselben durch Verbrennen von Weintrebern, Pfirsichkernen, Haselnüssen, vieler Oele, z. B. die *chinesische Tusche* aus dem Oele von *Sesamum orientale* und *Bignonia tomentosa*.

Der zum Schwärzen bestimmte Rus wird noch einmal in Büchsen von Eisenblech ausgeglüht, um die harzartigen und andere noch nicht vollkommen zersetzte Substanzen noch gänzlich zu zerstören.

Es ergiebt sich aus dem Obenerwähnten von selbst, dass der Rus nicht aus reinem Kohlenstoff besteht; er enthält in der Regel noch Brandöle, Brandharze, extractartige Substanzen und Aschentheilchen. Bracconot hat in den aus dem Ruse ausziehbaren Substanzen einen in Wasser löslichen Stoff gefunden, den er *Asbolin* genannt hat.

Zersetzung organischer Körper durch chemische Agentien.

Zusammengesetzte Radicale.

Wenn die organischen Körper schon durch die Einwirkung atmosphärischer Einflüsse, durch den Zutritt atmosphärischer Luft, durch die Gegenwart des amphoteren Wassers, durch oft so geringe Temperaturveränderungen in ihrer Zusammensetzung gestört, und die Aggregate ihrer Molecüle verändert werden: so ist es nicht zu verwundern, dass durch Anwendung chemischer Agentien noch viel leichter das Gleichgewicht in den einzelnen Molecülen zusammengesetzter organischer Körper gestört werden muss.

Sind die organischen Stoffe wirklich aus näheren und entfernteren Bestandtheilen zusammengesetzt, giebt es wirklich in ihnen verschiedene einfacher zusammengesetzte Grundlagen oder Radicale: so müssen diese gerade am häufigsten bei der Behandlung jener Materien mit stärker wirkenden chemischen Mitteln zum Vorschein kommen, oder wenigstens bestimmtere Zeichen von ihrer Gegenwart geben. Wenn nemlich die organischen Radicale das wirklich sind, wofür wir sie ausgaben: *zusammengesetzte Körper, die, den anorganischen Elementen gleich, mit einfachen Körpern sich verbinden*, so wie sich auch durch dieselben ersetzen lassen; wenn ferner die organischen Körper wirklich Verbindungen mehrerer solcher Radicale unter sich oder mit Elementen sind:

so müssen durch die Anwendung unserer stärkeren chemischen Agentien die organischen Materien zunächst in ihre Radicale zerlegt werden, indem diese, kräftigeren Verwandtschaften folgend, mit dem hinzugebrachten anorganischen Körper oder dessen Elementen zu neuen Verbindungen zusammentreten. Lässt sich auch das organische Radical nicht immer oder vielmehr nur selten isolirt darstellen, so kann man doch deren Existenz mit derselben Sicherheit darthun, wie man von dem Bestehen der nur im basen- oder wasserhaltigen Zustande darstellbaren Körper der anorganischen Chemie: Unterschweflige Säure, Mangansäure, Chlorsäure, Salpetersäure u. s. w. vollkommen überzeugt ist. Denn wie diese Körper bilden auch sie den integrirenden Bestandtheil einer fortlaufenden Reihe von Verbindungen, in denen sich neben ihnen theils ein einfaches theils ein zusammengesetztes Radical befinden kann.

Wir befinden uns also hier bei Betrachtung der Zersetzung organischer Körper durch die stärkeren chemischen Agentien ganz auf dem Felde der organischen Radicale, einem Felde, in das der erste keimfähige Saame von Männern wie Dumas und Liebig gelegt wurde, und an dem jetzt hundert fleissige Hände in rühriger Arbeit beschäftigt sind. Schon hat hie und da jener Saame herrliche Blüthen getrieben; schon fängt er an, Früchte zu tragen; schon glaubt man einige Gesetze der Ausscheidung, Verbindung und Zersetzung jener Radicale erkannt zu haben; schon darf der menschliche Geist seinem angeborenen Triebe folgen, von den Einzelheiten sich zum Allgemeineren zu erheben. Das, was bis jetzt in dieser Hinsicht im Allgemeinen zu bestimmen gelungen ist, beschränkt sich etwa auf folgende Sätze.

In organischen Verbindungen lassen sich gewisse Elemente oder Atome derselben durch äquivalente Mengen anderer Elemente ersetzen; ohne dass die organische Verbindung eine andere Zersetzung erleide, tritt aus ihr ein Element heraus und an die Stelle desselben ein anderes Element.

Das Radical bleibt meist dasselbe, während der äussere Bestandtheil desselben sich verändert; so kann das eine Atom Wasserstoff des flüchtigen Bittermandelöls, des Benzoylwasserstoffs

$= \text{H}^5 \text{C}^{10} \text{O}^2 + \text{H}$, durch ein Atom Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel und selbst Cyan vertreten werden; denn man hat folgende Verbindungen darzustellen vermocht: $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + \text{O}$ (Benzoësäure); $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + \text{Cl}$; $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + \text{Br}$; $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + \text{J}$; $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + \text{S}$; $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + \text{N C}^2$.

Im Mercaptan ist der Sauerstoff des Alkohols durch Schwefel ersetzt, nemlich $\text{H}^5 \text{C}^4 \text{O} + \text{H O} = \text{H}^5 \text{C}^4 \text{S} + \text{H S}$.

Nicht immer findet jedoch eine solche Vertretung eines Elementes durch ein anderes ohne Zersetzung des Radicals der organischen Verbindung statt; *oft zerfällt die organische Verbindung bei Einwirkung von Sauerstoff oder Chlor in Oxyde oder Chloride einfacherer Radicale.*

Alkohol, mit verschiedenen oxydirenden Mitteln behandelt, liefert eine Menge Oxyde verschiedener Radicale, Acetal, Aldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, Sauerkleesäure.

Aldehyd giebt mit Chlor behandelt Chloral und Salzsäure; $\text{H}^3 \text{C}^4 \text{O} + 6 \text{Cl} = \text{C}^4 \text{Cl}^3 \text{O} + 3 \text{HCl}$.

Ueber die Einwirkung von Mineralsäuren auf organische Körper lassen sich, so viel auch dieser Gegenstand schon untersucht worden ist, noch nicht allgemeinere Regeln feststellen. Rücksichtlich der concentrirten Schwefelsäure hat man am häufigsten folgende Verhältnisse gefunden: vermöge ihrer grossen Verwandtschaft zum Wasser entzieht sie entweder der organischen Verbindung das gebundene Wasser, oder sie disponirt den Sauerstoff der Verbindung sich mit dem Wasserstoff zu Wasser zu verbinden; ist Stickstoff in dem Körper enthalten, so bedingt sie auch Ammoniakbildung; zugleich wird ein stickstoffreicher, stickstofffreier oder stickstoffarmer Körper gebildet. Im andern Falle verliert die Schwefelsäure selbst Sauerstoff und verwandelt sich in schweflige Säure, indem sie einen Theil des Kohlenstoffs, oder Unterschwefelsäure, indem sie etwas Wasserstoff oxydirt. Oft geht die gebildete Unterschwefelsäure oder noch unzersetzte Schwefelsäure mit einem der Zersetzungsproducte feste Verbindungen ein, die eigenthümliche Säuren darstellen; oft giebt sie auch nur zu einer Umsetzung der Atome und Radicale einer organischen Verbindung Anlass, ohne dass sie selbst an der Metamorphose Theil nimmt.

Gallussäure wird durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure in metamorphische *Ellagsäure* verwandelt, $\text{H}^3\text{C}^7\text{O}^5 - \text{HO} = \text{H}^2\text{C}^7\text{O}^4$.

Kocht man **Benzoësäure** mit Schwefelsäure ein, so bildet sich aus 2 At. Schwefelsäure und 1 At. Benzoësäure Wasser und *Benzoëunterschwefelsäure*, $2\text{SO}^3 + \text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^3 = \text{HO} + \text{H}^4\text{C}^{14}\text{O}^3 \cdot \text{S}^2\text{O}^5$.

Zersetzt man **Fette** mit concentrirter Schwefelsäure oder digerirt man **Oelzucker** damit, so bildet sich immer *Glycerinschwefelsäure* $= \text{H}^7\text{C}^6\text{O}^5 + 2\text{SO}^3$.

Rohrzucker und **Stärkmehl** werden von Schwefelsäure, ohne dass diese eine Veränderung erleidet, in *Krümelsucker* umgewandelt.

Salpetersäure, als ein Körper, der den Sauerstoff leicht an andere abgibt, zersetzt die organischen Körper meist so, dass sich Oxyde einfacherer Radicale bilden; Stickstoffoxyd entweicht gewöhnlich. Wird durch die Salpetersäure nur der Wasserstoff einer Verbindung oxydirt, so erzeugt sich oft eine Verbindung der kohlenstoffreichen Substanz mit einer niedrigeren Oxydationsstufe des Stickstoffs.

Durch Digestion von einem Atom **Milchzucker** mit 2 At. Salpetersäure gehen von der letztern 6 At. Sauerstoff an den erstern, und bilden *Wasser* und *Schleimsäure*, $\text{H}^{12}\text{C}^{12}\text{O}^{12} + \text{NO}^5 = 2\text{NO}^2 + 2\text{HO} + \text{H}^{10}\text{C}^{12}\text{O}^{16}$.

Protein wird durch Digestion mit concentrirter Salpetersäure unter Aufnahme von 16 At. Sauerstoff in *Xanthoproteinsäure*, *Sauerkleesäure*, *Wasser* und *Stickstoff* zersetzt, $\text{H}^{31}\text{C}^{40}\text{N}^5\text{O}^{12} + 16\text{O} = \text{N} + 5\text{HO} + 3\text{C}^2\text{O}^3 + \text{H}^{26}\text{C}^{34}\text{N}^4\text{O}^{14}$.

Wird **Benzin** in rauchende Salpetersäure eingetragen, so bildet sich *Wasser* und *Nitrobenzid*, $\text{H}^6\text{C}^{12} + \text{NO}^5 = \text{HO} + \text{H}^5\text{C}^{12}\text{N}\text{O}^4$.

Werden stickstofffreie organische Substanzen mit ätzenden, fixen Alkalien zusammengeschmolzen, so findet insofern eine Oxydation statt, als die organische Substanz dadurch zur Säurebildung disponirt wird; der Sauerstoff, der zur Oxydation nothwendig ist, wird hier durch Wasserzersetzung erhalten; gemeiniglich beobachtet man daher bei diesem Processe Wasserstoffentwicklung; mit dem Al-

kali verbunden bleibt dann Humussäure, Essigsäure oder Sauerkleesäure zurück.

Weinsäure zerlegt sich beim Schmelzen mit Kali in *Oxalsäure*, *Essigsäure* und *Wasser*, $H^4 C^8 O^{10} = H^3 C^4 O^3 + 2 C^2 O^3 + H O$.

Unterwirft man organische stickstofffreie Säuren mit überschüssigen, stärkern Basen der trocknen Destillation, so bleibt meist ein kolensaures Salz zurück, während eine flüchtige Kohlenwasserstoffverbindung entweicht.

Benzoësaurer Kalk giebt beim Glühen *kohlensauren* Kalk und eine flüchtige Flüssigkeit, *Benzon*, $CaO . H^5 C^{14} O^3 = CaO . CO^2 + H^5 C^{13} O$. Wird krystallisirte *Benzoësäure* mit überschüssigem Kalk geglüht, so bildet sich *kohlensaurer* Kalk und *Benzin*, $H^6 C^{14} O^4 + 2 CaO = 2 CaO . CO^2 + H^6 C^{12}$.

Werden stickstoffhaltige Substanzen mit Aetzkali zusammengeschmolzen oder mit Kalilauge gekocht, so erzeugt sich hierbei in der Regel Ammoniak, welches entweicht, und ein oder mehrere sauerstoffreichere Körper, die mit dem Alkali verbunden zurückbleiben.

Amygdalin mit Kalilauge gekocht liefert unter Aufnahme von Wasser *Ammoniak* und *Amygdalinsäure*, $H^{27} C^{40} N O^{23} + 2 H O = H^3 N + H^{26} C^{40} O^{24}$.

Zwei Atome Protein, $H^{62} C^{80} N^{10} O^{24}$, werden durch Digestion mit Kalilauge unter gleichzeitiger Zersetzung von 9 At. Wasser, $H^9 O^9$, verwandelt in 2 At. *Erythrophotid*, $H^{16} C^{26} N^2 O^{10}$, 2 At. *Protid*, $H^{18} C^{26} N^2 O^8$, 2 At. *Leucin*, $H^{24} C^{24} N^2 O^8$, 4 At. *Ammoniak*, $H^{12} N^4$, 1 At. *Ameisensäure*, $H C^2 O^3$ und 2 At. *Kohlensäure*, $C^2 O^4$.

Cyan. $C^2 N$. Cy.

Dieses zusammengesetzte Radical, welches rücksichtlich seiner Verbindungen die grösste Aehnlichkeit mit Elementen, wie Chlor, Brom und Jod zeigt, ist ein häufiges Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Körper, wenn diese bei höherer Temperatur mit starken Basen in Berührung kommen. Vorzüglich erzeugt sich das Cyan, wenn thierische (stickstoffhaltige) Kohle mit fixen Alkalien in ver-

schlossenen Gefässen geglüht wird; auch bildet es sich, wenn man Ammoniak und Stickstoff oder atmosphärische Luft über ein erhitztes Gemeng von Kohle mit kohlensau-rem Kali leitet, so wie bei mehreren anderen Processen, wo Stickstoff und Kohlenstoff *in statu nascenti* zusammen-treffen, und durch ein Alkali zur Verbindung disponirt werden.

Man bereitet das Cyan, auf ähnliche Weise, wie den Sauerstoff, durch Erhitzen von Cyanquecksilber.

Das freie Cyan ist ein coërcibles Gas, spec. Gew. = 1,8064, farblos, von stechendem, widrigem Geruche, irre-spirabel, wird vom Wasser, leichter noch vom Alkohol ab-sorbirt, röthet Lackmus vorübergehend, lässt sich an der Luft entzünden und verbrennt mit rother Flamme; mit Sauerstoffgas gemengt und entzündet, explodirt es heftig. Die wässrige Lösung des Cyans zersetzt sich allmählig in Ammoniak, Kohlensäure, Blausäure, Cyansäure, Harnstoff und eine braune Materie = $\text{H C}^4\text{N}^2\text{O}$ ($\text{C}^4\text{N}^2 + \text{H O}$), die sich in Essigsäure und Alkalien löst, und mit Metall-oxyden unlösliche Verbindungen eingeht.

Paracyan ist ein dem Cyau polymerer (C^8N^4) Körper von schwarzer Farbe, welcher theils bei der Zerlegung des Cyan-quecksilbers in der Hitze, theils bei der freiwilligen Zersetzung der Blausäure sich ausscheidet; es ist nur in concentrirter Schwe-felsäure und Salpetersäure löslich.

O x y d e.

Cyansäure, $\text{C}^2\text{N O} + \text{Aq.}$ Dieser Körper bildet sich sehr häufig bei Zersetzung stickstoffhaltiger Materien, so wie auch beim Zusammenbringen von Cyan mit Alka-lien, oder Erhitzen von Cyanverbindungen mit sauerstoff-reichen Körpern.

Ohne Wasser und ohne Base kann diese Säure nicht bestehen; man gewinnt sie als Hydrat, wenn man Cya-nursäure in einer Retorte gelind erwärmt, und die Däm-pfe in einer unter 0° abgekühlten Vorlage auffängt.

Die Cyansäure bildet eine farblose Flüssigkeit, von äusserst stechendem, durchdringendem Geruche, bewirkt auf der Haut Blasen und Geschwüre, verflüchtigt sich sehr leicht, kann unzersetzt nur unter 0° bestehen, röthet Lack-

mus, zerlegt sich bald nach ihrer Darstellung in *unlösliche Cyanursäure*, *Cyamelid*, $\text{H C}^2\text{N O}^2$, in Berührung mit Wasser aber unter Aufnahme von 3 At. desselben in doppelt kohlensaures Ammoniak, $\text{C}^2\text{N O} + 3 \text{H O} = \text{H}^3\text{N} + 2 \text{C O}^2$.

Die unlösliche Cyanursäure, Cyamelid ist ein weisser, porzellanartiger Körper, der in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich ist, und weder Lackmus röthet, noch sich mit Basen verbindet. Trocken destillirt verwandelt er sich wieder in Cyan-säurehydrat.

Die cyansauren Salze sind im Wasser unlöslich, ausser den cyansauren Alkalien; letztere werden beim Kochen unter Ammoniakentwicklung in kohlensaure Salze verwandelt.

Aus den Salzen kann die Cyansäure nicht unzersetzt durch Säuren ausgeschieden werden, es bildet sich stets ein Ammoniaksalz, während Kohlensäure entweicht; durch doppelte und einfache Wahlverwandschaft lässt sich die Säure jedoch leicht von einer Base auf die andere übertragen.

Am besten erhält man die cyansauren Salze aus dem cyansauren Kali; dieses wird am vortheilhaftesten bereitet, wenn man 2 Th. trocknes Blutlaugensalz, $2 \text{K Cy} + \text{Fe Cy}$, mit 1 Th. trocknen Braunsteins mengt, das Gemeng in ein Häufchen formt, und dessen Spitze mit einer glühenden Kohle berührt; die Masse verglimmt alsdann nach ihrer Basis zu allmählig; der Verbrennungsrückstand ist: Manganoxydoxydul, kohlensaures Kali und cyansaures Kali; letzteres wird mit Alkohol ausgezogen, aus dieser Lösung krystallisirt es in kleinen, farblosen Blättchen.

Aus der Lösung des cyansauren Kalis werden durch Blei- oder Silberoxydsalze cyansaures Blei- oder Silberoxyd in Form weisser Pulver niedergeschlagen; aus diesen Salzen erhält man durch Uebertragung der Säure an Ammoniak (mittels salzsaurem oder schwefelsaurem Ammoniak) den **künstlichen Harnstoff**.

Denn das ursprünglich sich bildende cyansaure Ammoniak setzt sich beim Stehen der Lösung an der Luft oder bei allmähligem Verdunsten derselben in Harnstoff um, $\text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2 = \text{H}^3\text{N} + \text{C}^2\text{N O} + \text{H O}$. (S. S. 258 d. Art. Harnstoff).

Cyanursäure, $\text{H}^3\text{C}^6\text{N}^3\text{O}^6$. Diese Säure entsteht bei der trocknen Destillation der Harnsäure, bei der Zersetzung des festen Chlorcyans mit Wasser, durch Zersetzung löslicher cyansaurer Salze mit verdünnten Säuren, so wie bei mehreren andern Zersetzungen stickstoffhaltiger Körper. Man erhält sie, wenn man Harnstoff schmilzt, bis er sich unter Ammoniakentwicklung in eine weisse trockne Masse verwandelt hat.

Drei Aequivalente Harnstoff geben drei Aequivalente Ammoniak aus, und hinterlassen ein Aequivalent Cyanursäure ($\text{H}^{12}\text{C}^6\text{N}^6\text{O}^6 = \text{H}^9\text{N}^3 + \text{H}^3\text{C}^6\text{N}^3\text{O}^6$).

Die Cyanursäure ist wasserfrei ein weisses Pulver, oder bildet mit 4 At. Wasser schiefe rhombische Säulchen, ohne Farbe und Geruch, von geringem Geschmack, löst sich wenig in kaltem, leicht in heissem Wasser; von concentrirten Mineralsäuren wird sie ohne Zersetzung aufgelöst; sie röthet Lackmus nur schwach; zersetzt sich beim Erhitzen in Cyansäurehydrat. Die cyanursaurer Salze werden durch stärkere Säuren zersetzt, indem sich die Cyanursäure unverändert ausscheidet.

Die Cyanursäure ist nach Liebig der Cyansäure polymer $= \text{C}^6\text{N}^3\text{O}^3 + \text{H}^3\text{O}^3$; und verhält sich rücksichtlich ihrer Verbindungsverhältnisse gleich der Phosphorsäure, indem sie sich mit 1, 2 und 3 Atomen Basis verbinden kann; die Wasseratome können also ganz oder theilweise durch Basenatome ersetzt werden; sie gehört also zu den dreibasischen Säuren.

Knallsäure lässt sich im isolirten Zustande nicht darstellen; in ihren Salzen hat sie dieselbe procentische Zusammensetzung, wie die Cyansäure. Sie bildet sich beim Erwärmen von salpetersaurem Silberoxyd oder Quecksilberoxydul mit überschüssiger Salpetersäure und Alkohol.

Die durch Einwirkung der Salpetersäure auf den Alkohol entstandene salpetrige Säure zerlegt sich bei Gegenwart jener Salze mit dem Alkohol in Knallsäure und Wasser, $\text{N}^2\text{O}^6 + \text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 = \text{C}^4\text{N}^2\text{O}^2 + 6\text{H}^1\text{O}^1$. Nimmt man mit Liebig die atomistische Zusammensetzung der Knallsäure $= \text{C}^4\text{N}^2\text{O}^2$ an, so kann sie sich mit 1 At. und mit 2 At. Basis verbinden; enthält die Knallsäure 2 Atome Basis, so sind entweder 2 Atome eines leicht reducibaren Metalloxyds oder 1 At. eines solchen mit 1 At. eines schwer reducibaren verbunden.

Nur durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft lässt sich die Knallsäure auf andere Basen übertragen. Versetzt man ein knallsaures Salz mit einer stärkeren Säure, so entwickeln sich ausser Blausäure noch wenig untersuchte Producte. Alle knallsauren Salze zeichnen sich durch die Heftigkeit aus, mit welcher sie beim geringsten Stosse, Reiben und Erhitzen explodiren.

Knallsaures Quecksilberoxydul, $C^4N^2O^2 + 2Hg^2O$, wird erhalten, wenn man 1 Th. Quecksilber in 12 Th. Salpetersäure von 1,36 spec. Gew. auflöst, und dann mit 11 Th. Weingeist (80%) erwärmt; nachdem die Flüssigkeit selbst nach der Entfernung vom Wasserbade einige Zeit zu kochen fortgefahren, und sich etwas metallisches Quecksilber niedergeschlagen hat: scheidet sich das Salz in weissen, seidenartigen Nadeln aus; dieses löst sich in kochendem Wasser, scheidet sich aber beim Erkalten wieder krystallinisch aus; es explodirt beim Erhitzen oder der geringsten Berührung auf das heftigste.

Knallsaures Silberoxyd, $C^4N^2O^2 + 2AgO$, wird aus 1 Th. Silber, 10 Th. Salpetersäure und 20 Th. Alkohol, wie das Quecksilbersalz dargestellt; es krystallisiert in feinen, seidenglänzenden Nadeln, ist in heissem Wasser leichter, als in kaltem löslich; explodirt noch leichter, als das vorhergehende Salz.

Verbindungen des Cyans mit Wasserstoff und andern Elementen.

Cyanwasserstoffsäure, *Blausäure*, $H C^2N$, $H Cy$, bildet sich bei der Behandlung der Kerne, Blätter und Blüthen vieler Drupaceen mit Wasser, bei der trocknen Destillation einiger stickstoffhaltigen Substanzen, beim Erhitzen von ameisensaurem Ammoniak ($H^3N + H C^2O^3 = 3 HO + H C^2N$).

Wasserfreie Blausäure wird erhalten, indem man über in einer Glasröhre befindliches Cyanquecksilber trocknes Salzsäure- oder Schwefelwasserstoffgas leitet; sie bildet eine klare, farblose Flüssigkeit, gefriert bei -15° und siedet bei $26,5^\circ$, von bittermandelartigem Geruche, und brennendem, hintennach kratzendem Geschmacke, äusserst giftig, lässt sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem

Verhältnisse mengen, röthet Lackmus nur schwach; zersetzt sich am Lichte sehr leicht unter Absatz einer braunen, stickstoffhaltigen Substanz und Ammoniakentwicklung; durch Behandlung mit mässig verdünnten Mineralsäuren wird sie in Ameisensäure und Ammoniak zersetzt; mit Chlorgas behandelt, giebt sie Salzsäure und Cyanchlorid.

Im *wasserhaltigen* Zustande wird die Blausäure vorzüglich zu medicinischem Behufe dargestellt, theils aus einer Lösung von Cyanquecksilber und Schwefelwasserstoff, theils durch Zersetzung von Blutlaugensalz mit Schwefelsäure, Phosphorsäure und dergl., jedoch so, dass das Präparat einen bestimmten Gehalt an Blausäure hat.

Nach den meisten Pharmakopöen muss in der wässrigen Blausäure ungefähr $\frac{1}{46}$ oder 2,5 $\frac{0}{0}$ wasserfreier Säure enthalten sein. Den Gehalt der medicinischen Blausäure an wasserfreier Säure ermittelt man durch salpetersaures Silberoxyd; 5 Th. Cyansilber zeigen 1 Th. wasserfreier Blausäure an.

Die verdünnte Blausäure zersetzt sich eben so leicht allmählig, vorzüglich am Lichte, wie die wasserfreie; Gegenwart von Alkohol oder etwas freier Mineralsäure soll die leichte Zersetzbarkeit etwas verringern.

Wie die Wasserstoffsäuren anorganischer Elemente, bildet auch die Cyanwasserstoffsäure, mit basischen Oxyden zusammengebracht, Wasser und Cyanmetalle. Die Verbindungen des Cyans mit den Metallen der Alkalien werden durch Glühen nicht zersetzt, im Wasser sind sie löslich und bräunen Curcumäpapier; mit verdünnten Säuren versetzt, entwickeln sie Blausäure, selbst in Berührung mit Kohlensäure, daher sie schon an der Luft nach Blausäure riechen; bei ihrer Vereinigung mit andern Cyanmetallen verlieren sie diese Eigenschaften; beim Erhitzen mit überschüssigem Alkali entwickeln sie Ammoniak und verwandeln sich in ameisensaure Salze. Die Verbindungen des Cyans mit den edeln Metallen verlieren beim Glühen das Cyan, die mit den unedeln schweren Metallen werden durch Glühen unter Stickstoffentwicklung in Kohlenstoffmetalle verwandelt; beide Arten von Verbindungen sind in Wasser unlöslich; durch verdünnte Sauerstoffsäuren werden sie nicht zersetzt; mit concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure digerirt, entwickeln sie Blau-

säure; mit überschüssiger Säure oder Alkalilauge gekocht wird das Metall oxydirt, und neben Ameisensäure Ammoniak gebildet.

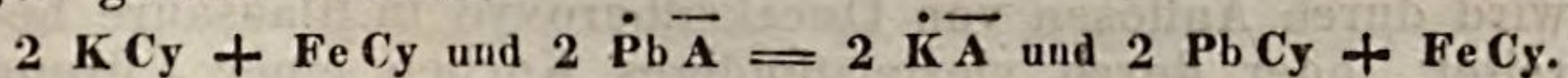
Die Blausäure sowohl als die Cyanmetalle werden aus ihren Lösungen durch *salpetersaures Silberoxyd* weiss gefällt, der Niederschlag ist in verdünnter Salpetersäure unlöslich, wird aber von Aetzammoniak leicht aufgelöst, so wie auch von einer Lösung von Cyankalium.

Essigsäures Bleioxyd bewirkt aus den Lösungen der Cyanmetalle einen weissen, in verdünnter Salpetersäure unlöslichen, Niederschlag; durch Barytsalze wird keine Fällung hervorgebracht. *Salpetersaures Quecksilberoxydul* wird von Blausäure unter Abscheidung metallischen Quecksilbers in Quecksilbercyanid verwandelt.

Wird zu einer blausäurehaltigen Flüssigkeit *schwefelsaures Kupferoxyd* gesetzt, so entsteht kein Niederschlag; fügt man darauf aber noch ein Alkali hinzu, so wird der Niederschlag von Salzsäure unvollständig gelöst, ein weisser Körper, Kupfercyanür, bleibt zurück.

Wird Blausäure oder ein blausaures Alkali mit *schwefelsaurem Eisenoxydoxydul* und etwas Alkali versetzt, so entsteht ein blaugrüner Niederschlag, welcher in Salzsäure sich zum Theil auflöst, und ein dunkelblaues Pulver, Eisencyanürcyanid, hinterlässt.

Die Cyanmetalle können sich auch unter einander verbinden, und bilden die sogenannten Doppelcyanüre. Sämmtliche unlöslichen Cyanmetalle gehen mit den Alkalicyaniden lösliche Verbindungen ein, die meistens krystallisirbar, und den einfachen Cyanmetallen nicht unähnlich sind. Aus diesen Doppelverbindungen können durch Zusatz eines Metallsalzes andere unlösliche Doppelverbindungen gefällt werden.



Die löslichen Doppelcyanüre werden auf Zusatz von Alkalien nicht verändert; Säuren ersetzen das Alkalicyanmetall und schlagen das negativere Cyanmetall nieder. $(\text{K Cy} . \text{Ag Cy} + \text{SO}^3 + \text{H O} = \text{K O} . \text{SO}^3 + \text{H Cy} + \text{Ag Cy})$.

Einige unlösliche Cyanmetalle, z. B. Eisencyanür = Fe Cy , Eisencyanid = $\text{Fe}^2 \text{Cy}^3$ und Kobalddcyanid = $\text{Co}^2 \text{Cy}^3$, haben die Eigenschaft, mit Cyanwasser-

stoffsäure verbunden, eigenthümliche Säuren zu geben, welche mehr oder weniger leicht krystallisirbar sind, sich leicht in Wasser auflösen, stark sauer schmecken (ohne eben sehr giftig zu seyn), Lackmus bleibend röthen, und kohlensaure Salze unter Aufbrausen zersetzen; zu diesen sie von der Blausäure völlig unterscheidenden Eigenschaften kommt noch, dass die in ihnen enthaltenen Metalle weder von Schwefelwasserstoff, noch Schwefellebern, noch den Alkalien präcipitirt werden.

Cyankalium, *Kaliumcyanid*, KCy . Das Cyangas kann sich mit Kalium unter Feuererscheinung verbinden, gleich den Verbrennungsunterhaltern. Gewöhnlich bildet sich das Cyankalium beim Glühen stickstoffhaltiger organischer Substanzen mit kohlensaurem Kali; man bereitet es aber am besten, wenn man wohlgetrocknetes, gewöhnliches Blutlaugensalz, Kaliumeisencyanür, in einem eisernen Gefässe oder Tiegel bis zur Rothglühhitze bringt, wobei sich unter Entwicklung von Stickstoff Kohlenstoffeisen und Cyankalium bilden ($FeCy \cdot 2 KCy = FeC^2 + N + 2 KCy$); die schwarze Masse laugt man mit kochendem Weingeist aus, welcher beim Erkalten das Cyankalium in Krystallen wieder abgiebt.

Das Cyankalium krystallisirt in farblosen Würfeln, schmilzt leicht und ist in der Glühhitze unzersetzbar, an der Luft geglüht verwandelt es sich in cyansaures Kali; es ist in feuchter Luft zerfliesslich.

Cyanzink, *Zinkcyanid*, $ZnCy$; versetzt man Blausäure mit einer Lösung von essigsaurem Zinkoxyd, so scheidet es sich in Form eines weissen Niederschlags aus; in Wasser und Weingeist völlig unlöslich, leicht löslich in Ammoniak.

Cyanquecksilber, *Quecksilbercyanid*, $HgCy$, wird durch Auflösen von Quecksilberoxyd in Blausäure bereitet, oder durch viertelstündiges Kochen einer Lösung von 2 Th. Kaliumeisencyanür in 15 Th. Wasser mit 3 Th. trockenem schwefelsauren Quecksilberoxydes; $2 KCy + FeCy$ und $2 HgO \cdot SO^3 = FeCy + 2 KO \cdot SO^3 + 2 HgCy$; beim Erkalten der heiss filtrirten Flüssigkeit scheidet sich das Cyanquecksilber in farblosen, vier- und sechsseitigen Säulen aus; dasselbe ist wasserfrei, luftbeständig, in Wasser und Weingeist löslich.

Kocht man eine Lösung von Cyanquecksilber mit überschüssigem Quecksilberoxyd, so bildet sich ein *Oxycyanid* $= \text{HgCy} + 3 \text{HgO}$, welches in kleinen Nadeln krystallisirt, in Wasser leicht löslich ist, und alkalische Reaction auf Pflanzenfarben zeigt.

Quecksilbercyanür, Hg^2Cy , existirt nicht.

Cyansilber, *Silbercyanid*, AgCy , ist ein blendend weisser, käsiger Niederschlag, wird durch Wasserstoffsäuren zersetzt, löst sich leicht in Ammoniak, salpetersaurem Silberoxyd und in alkalischen Cyanmetallen.

Cyanpalladium, *Palladiumcyanür*, PdCy , wird durch Präcipitation eines Palladiumoxydulsalzes mit Blausäure oder einem löslichen Cyanmetalle erhalten; ist hell rehfarben, unlöslich in Wasser, löst sich in Ammoniak, salpetersaurem Palladiumoxydul und alkalischen Cyanmetallen, damit Doppelverbindungen bildend.

Cyanguold, *Goldcyanid*, Au^2Cy^3 , erhält man durch Fällung einer säurefreien Lösung von Goldchlorid mit Cyankalium in Form eines gelblich weissen Niederschlags; in Cyankalium ist es leicht löslich.

Goldcyanür, Au^2Cy , existirt nicht.

Cyaneisen. Eisencyanür, FeCy , ist in reinem, freiem Zustande noch nicht vollkommen untersucht; um so bekannter sind seine Verbindungen mit anderen Cyanmetallen.

Da das Eisencyanür, auf verschiedene Weise (durch Fällen eines Eisenoxydulsalzes mit Cyankalium, durch Glühen von Ammoniumeisencyanür, durch Digestion von Eisencyanürcyanid mit Schwefelwasserstoffwasser) dargestellt, ganz verschiedene Eigenschaften zeigt, so ist man darüber noch nicht im Klaren, welches von diesen Präparaten das eigentliche Eisencyanür sei.

Das Eisencyanid, Fe^2Cy^3 , ist im freien Zustande völlig unbekannt, geht aber eine Menge Verbindungen mit andern Cyanmetallen ein.

Eisencyanürcyanid. Das Eisencyanür verbindet sich mit dem Cyanid selbst in mehrfachen Verhältnissen.

Das Eisencyanürcyanid von Pelouze, $\text{FeCy} + \text{Fe}^2\text{Cy}^2$, dem gewöhnlichen Oxydoxydul analog, wird erhalten, wenn man in eine kochende Lösung von Kaliumeisencyanür Chlorgas leitet; das sich hierbei ausscheidende grüne Pulver wird mit Salzsäure

ausgekocht, dann ausgesüsst und gewaschen; es ist von grüner Farbe, wird bei 180° tief dunkelblau, indem es Wasser, Cyan und etwas Blausäure abgiebt.

Berlinerblau, Pariserblau, $3 \text{ FeCy} + 2 \text{ Fe}^2 \text{ Cy}^3 + ? \text{ Aq}$, bildet sich beim Fällern eines Eisenoxydsalzes oder des Eisenchlorides mit einem löslichen Eisencyanürmetalle; es wird im Grossen am besten auf folgende Weise bereitet: 6 Th. Eisenvitriol und 6 Th. gewöhnliches Blutlaugensalz werden in Wasser gelöst, mit 1 Th. concentrirter Schwefelsäure und 14 Th. rauchender Salzsäure gemischt und wohl umgeschüttelt; nach einiger Zeit setzt man dieser Mischung eine Lösung von Chlorkalk in Wasser zu, und wäscht nach einigen Stunden den Niederschlag sorgfältig aus; auch kann man den Niederschlag mit Salpetersäure auskochen.

Dieses Präparat ist tief dunkelblau, unlöslich in Wasser und Säuren; wird es bei hoher Temperatur getrocknet, so bildet es eine kupferrothe Masse von blauem Strich; beim Erhitzen giebt es Wasser, blausaures und kohlensaures Ammoniak aus, zurück bleibt Kohlenstoffeisen; durch starkes Glühen an der Luft verglimmt es zu Eisenoxyd; am Sonnenlichte wird es allmählig weiss, im Dunkeln wieder blau; so wird es auch durch Schwefelwasserstoff entfärbt, an der Luft aber wieder blau; durch concentrirte Mineralsäuren wird es zersetzt; durch ätzende Alkalien wird ein alkalisches Eisencyanürmetall gebildet und Eisenoxyd ausgeschieden.

Turnbulls Blau, Ferridcyaneisen, $3 \text{ FeCy} + \text{Fe}^2 \text{ Cy}^3$, wird durch Fällern eines Eisenoxydsalzes mit Kaliumeisencyanid erhalten; dieser Körper ist etwas heller blau als die vorhergehende Verbindung; es unterscheidet sich von dieser auch noch dadurch, dass es beim Kochen mit Kaliumeisencyanür sich in Kaliumeisencyanid und eine Verbindung von Eisencyanür mit Kaliumeisencyanür zerlegt.

Eisencyanürblausäure, Wasserstoffeisencyanür, Ferrocyanwasserstoffsäure, $2 \text{ H Cy} + \text{Fe Cy} + \text{H O}$; frischgefälltes Kupfer- oder Bleieisencyanür wird mit einem Ueberschusse von Schwefelwasserstoff zusammengebracht, die Flüssigkeit vom ausgeschiedenen Schwefelmetalle abfiltrirt, und im Vacuo über Schwefelsäure verdunstet.

Diese Säure bildet eine krystallinische Masse, löst sich in Wasser und Alkohol, wird an der Luft blau, röthet Lackmus, scheidet beim Kochen ein weisses Pulver aus; sie vereinigt sich mit Basen und bildet dann die

Doppelcyanüre vom Eisen, *Ferrocyanüre*, *eisenblausaure Salze*. In diesen Verbindungen verhält sich das Cyan des Eisens zu dem des andern Metalls = 1 : 2. Durch Glühen werden sie sämmtlich zersetzt, es bildet sich immer Kohlenstoffeisen während das andere Cyanmetall, je nach seiner Natur, wie oben angegeben, zersetzt wird oder unzersetzt bleibt. In Wasser löslich sind nur die Verbindungen des Eisencyanürs mit den alkalischen Cyanmetallen; diese können auch wasserfrei dargestellt werden, während die unlöslichen Doppelcyanüre sich nicht ohne theilweise Zerlegung entwässern lassen.

Die in Wasser unlöslichen Doppelcyanüre des Eisens sind in keiner Säure ohne Zersetzung auflöslich; um diese qualitativ zu untersuchen, müssen sie durch Digestion mit einer Lösung von kohleusaurem Kali oder Natron in lösliches Kalium- oder Natriumeisencyanür und ein ungelöst bleibendes kohleusaures Salz verwandelt werden ($2 \text{ Pb Cy} \cdot \text{Fe Cy} + 2 \text{ KO} \cdot \text{CO}^2 \rightleftharpoons 2 \text{ K Cy} \cdot \text{Fe Cy} + 2 \text{ Pb O} \cdot \text{CO}^2$); hierauf untersucht man das kohleusaure Salz für sich; das lösliche Eisencyanürmetall erkennt man aber daran, dass es mit *salpetersaurem Silberoxyd* und *essigsäurem Bleioxyd* weisse, in Säuren unlösliche Niederschläge giebt, mit *Eisenoxydsalzen* aber eine tief dunkelblaue, mit *Kupferoxydsalzen* eine rothbraune Fällung liefert.

Um das Eisen in ihnen nachzuweisen, muss man, da es durch die gewöhnlichen Reagentien nicht fällbar ist, zu einer vollkommenen Zerstörung der Verbindung mittels rauchender Salpetersäure oder Königswasser seine Zuflucht nehmen; das salpetersaure Eisenoxyd oder Eisenchlorid ist dann sehr leicht in der Lösung aufzufinden.

Kaliumeisencyanür, *Cyaneisenkalium*, *Ferrocyanalkalium*, *gelbes Blutlaugensalz*, $2 \text{ K Cy} + \text{Fe Cy}$, wird im Grossen durch Glühen stickstoffhaltiger Substanzen oder thierischer Kohle mit 2 bis 3 Th. kohleusaurem Kali in eisernen Gefässen, Auslaugen mit heissem Wasser, und Abdampfen erhalten.

Bei diesem Processe wird der Stickstoff durch das reducirte Kalium disponirt, sich mit dem Kohlenstoff zu Cyan zu vereinigen, und als solches mit dem Kalium zu verbinden; die beim Auflösen des Cyankaliums frei werdende Blausäure verbindet sich unter Wasserstoffentwicklung mit dem aus der organischen Substanz (Blut) oder dem eisernen Gefässe gebildeten, an Kohlenstoff gebundenem Eisen zu Eisencyanür, welches sich dann mit dem unzersetzten Cyankalium vereinigt. Man setzt auch wohl zu der aus dem Glühungsrückstand erhaltenen Lauge eine Lösung verwitterten Eisenvitriols, und fällt so Berlinerblau.

Aus dem Berlinerblau erhält man meist im Kleinen durch Kochen mit kohlensaurem Kali, Filtriren, Abdampfen und Krystallisiren das reinste Blutlaugensalz.

Das Kaliumeisencyanür krystallisirt mit 3 At. Wasser in quadratischen Säulen oder Tafeln, ist rein citronengelb, als Pulver dagegen weiss, schmeckt bitterlich süsslich, verliert bei 100° sein Wasser, löst sich leicht in Wasser, woraus es durch Alkohol in glänzenden, gelblichen Blättchen gefällt wird; es ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, geht noch mit anderen Eisencyanüren Verbindungen ein.

Ammoniumeisencyanür, *Ferrocyanammonium*, *eisenblausaures Ammoniak*, $2 \text{H}^4\text{N Cy} + \text{Fe Cy}$, wird durch Digestion von Bleieisencyanür mit kohlensaurem Ammoniak erhalten. Seine Krystalle, welche 3 At. Wasser enthalten, sind dem krystallisirten Kaliumeisencyanür isomorph; es ist von gelblich weisser Farbe, luftbeständig, löst sich in kaltem Wasser, nicht in Alkohol; wird durch Kochen seiner wässrigen Lösung in Cyanammonium und Eisencyanür zerlegt; es bildet mit Salmiak ein in grossen, gelben Krystallen erscheinendes Doppelsalz $= 2 \text{H}^4\text{N Cy} . \text{Fe Cy} + \text{H}^4\text{N Cl} + 3 \text{H O}$.

Baryumeisencyanür, $2 \text{Ba Cy} + \text{Fe Cy} + 6 \text{H O}$, krystallisirt in gelben, rhombischen Prismen, ist in Wasser schwerlöslich.

Viele unlösliche Doppelcyanüre gehen, wenn sie mit concentrirten Lösungen von Kaliumeisencyanür digerirt werden, krystallinische Niederschläge, in welchen ein Atom Metall durch ein Atom Kalium ersetzt ist, z. B. $\text{K Cy} + \text{Ca Cy} + \text{Fe Cy}$, $\text{K Cy} + 3 \text{Zn Cy} + 2 \text{Fe Cy} + 6 \text{H O}$.

Eisencyanidblausäure, *Ferridcyanwasserstoffsäure*, $3 \text{H Cy} + \text{Fe}^2\text{Cy}^3$; wird Bleieisencyanid

durch Schwefelwasserstoff oder verdünnte Schwefelsäure zerlegt, und die filtrirte Flüssigkeit vorsichtig abgedampft, so scheidet sich diese Säure in bräunlichen Krystallen aus, welche Lackmus röthen und sich an der Luft so wie in der Wärme bald zersetzen, indem sie ein blaues krystallinisches Pulver ausscheiden.

Diese Säure bildet mit basischen Oxyden Wasser und Eisencyanidmetalle, *Ferridcyanmetalle*, in welchen sich das an Eisen gebundene Cyan zu dem des andern Cyanmetalls = 1 : 1 verhält. Die Verbindungen des Eisencyanids mit den Cyaniden der Alkalien und alkalischen Erden sind in Wasser löslich, die übrigen Verbindungen unlöslich; gegen Hitze verhalten sie sich ziemlich so wie die Eisencyanürmetalle.

Von den letzteren unterscheiden sie sich vorzüglich dadurch, dass sie mit Eisenoxydsalzen keine Niederschläge, mit Eisenoxydsalzen aber blaue Fällungen hervorbringen.

Kaliumeisencyanid, *Ferridcyankalium*, *rothes Blutlaugensalz*, $3 \text{ K Cy} + \text{Fe}^2 \text{Cy}^3$, wird erhalten, wenn man durch eine Lösung von Kaliumeisencyanür so lange Chlorgas leitet, als noch die Lösung eines reinen Eisenoxydsalzes davon blau gefällt wird ($4 \text{ K Cy} + 2 \text{ Fe Cy} + \text{Cl} = \text{K Cl} + 3 \text{ K Cy} + \text{Fe}^2 \text{Cy}^3$); beim Abdampfen scheidet sich die Verbindung in wasserfreien morgenrothen Säulchen aus; sie ist luftbeständig, in Wasser leicht löslich; in einer Lichtflamme verbrennt sie unter Funkensprühen; von Chlorgas so wie von Schwefelwasserstoffgas wird sie sehr leicht zersetzt.

Dem Eisencyanid ganz analoge Verbindungen geht das Kobaltcyanid = $\text{Co}^2 \text{Cy}^3$ ein, z. B. $3 \text{ H Cy} + \text{Co}^2 \text{Cy}^3$, $3 \text{ K Cy} + \text{Co}^2 \text{Cy}^3$; $3 \text{ Pb Cy} + \text{Co}^2 \text{Cy}^3$ und dergl.

Constitution der Cyaneisenverbindungen nach Graham.

Prussin	$\text{Pr} = \text{Cy}^3$
Prussinwasserstoffsäure	$= \text{Pr} + 3 \text{ H}$
Prussineisenwasserstoff	$= \text{Pr} + (\text{Fe} + 2 \text{ H})$
Prussineisenkalium	$= \text{Pr} + (\text{Fe} + 2 \text{ K})$
Prussineisencalciumkalium	$= \text{Pr} + (\text{Fe} + \text{Ca} + \text{K})$
Berlinerblau	$= 3 \text{ Pr} + (3 \text{ Fe} + 2 \text{ Fe}^2)$ oder $\text{PrFe}^3 + 2 \text{ PrFe}^2$

Constitution der Cyaneisenverbindungen nach Liebig.

Ferrocyan	Cfy	=	Fe Cy ³
Ferrocyanwasserstoffsäure		=	Cfy + 2 H
Ferrocyankalium		=	Cfy + 2 K
Ferrocyankaliumcalcium		=	Cfy + (Ca + K)
Ferrocyanideisen, Berlinerblau		=	3 Cfy + 2 Fe ²
Ferridcyan		=	2 Cfy
Ferridcyanwasserstoffsäure		=	2 Cfy + 3 H
Ferridcyankalium		=	2 Cfy + 3 K
Ferridcyaneisen, Turnbells Blau		=	2 Cfy + 3 Fe

Chlorcyan.

Man kennt zwei polymere Verbindungen von Cyan mit Chlor.

Gasförmiges Chlorcyan, CyCl, bildet sich, wenn man Chlorgas in wasserhaltige Blausäure leitet, oder mit befeuchtetem Cyanquecksilber im Dunkeln zusammenbringt; es ist ein durch geringen Druck oder einen Kältegrad von 18° fest werdendes Gas, von stechendem Geruche; condensirt krystallisirt es in Nadeln; wird von Wasser und Alkohol absorbirt.

Festes Chlorcyan, Cy³Cl³, wird erzeugt, wenn unter Einwirkung des Sonnenlichtes trocknes Chlorgas mit wasserfreier Blausäure zusammengebracht wird, oder wenn man Schwefelcyankalium durch Chlorgas zerlegt; es ist weiss, in Nadeln sublimirbar, von mäuseähnlichem Geruch und stechendem Geschmack, schmilzt bei 140°, verflüchtigt sich bei 190°; mit Wasser erwärmt, zerlegt es sich in Cyanursäure und Salzsäure; in Alkohol und Aether ist es leicht löslich.

Bromcyan, CyBr, aus Cyanquecksilber und Brom dargestellt, bildet kleine, weisse Würfel, die bei 15° sich schon verflüchtigen, und in Wasser und Alkohol löslich sind.

Jodcyan, CyJ; durch Erhitzen von Cyanquecksilber und Jod erhält man es in Nadeln sublimirt, es verflüchtigt sich bei 45°, und löst sich unzersetzt in Wasser, Alkohol und Aether auf.

Schwefelcyan und dessen Verbindungen.

Schwefelcyan, CyS², wird bereitet, wenn man durch eine concentrirte Lösung von Schwefelcyankalium

Chlor leitet, oder ihr Salpetersäure zusetzt. Es ist ein hellgelbes, vollkommen amorphes Pulver, geschmack- und geruchlos, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, auflöslich in concentrirter Schwefelsäure, wird aber daraus durch Wasser wieder gefällt; von Salpetersäure wird es zersetzt; in Schwefelwasserstoffschwefelkalium ist es leicht löslich; beim Erhitzen zerfällt es in Schwefelkohlenstoff, Schwefel und einen eigenthümlichen, feuerbeständigen Körper, *Mellon*, ($4 \text{ CyS}^2 = 2 \text{ CS}^2 + 4 \text{ S} + \text{C}^6\text{N}^4$).

Schwefelcyanwasserstoffsäure, *Schwefelblausäure*, HCyS^2 , findet sich in den Samen und Blüthen der Cruciferen, vorzüglich in den Senfsamen. Sie wird bereitet, wenn man Schwefelcyanblei mittels verdünnter Schwefelsäure oder Schwefelcyansilber durch Schwefelwasserstoffwasser zerlegt; stets mit Wasser verbunden bildet sie eine farblose Flüssigkeit, von saurem Geschmack, zersetzt sich sowohl an der Luft als beim Destilliren sehr leicht; vorzüglich leicht wird sie durch Chlor oder Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefelcyan zerlegt; mit Sauerstoffbasen bildet sie Wasser und

Schwefelcyanmetalle. Die Verbindungen der Alkalimetalle mit Schwefelcyan werden durch Glühen im verschlossenen Raume nicht zersetzt; die Verbindungen mit den schweren Metallen dagegen liefern Schwefelmetalle, Melam, Schwefelkohlenstoff und Schwefel. Die Sulphocyanide der Alkalien sind sämmtlich in Wasser löslich; die der schweren Metalle theils löslich, theils unlöslich; meist lösen sie sich in Weingeist auf.

Mit Quecksilbercyanid gehen alle löslichen Schwefelcyanmetalle krystallisirbare Verbindungen ein.

Salpetersaures Silberoxyd bewirkt aus den Lösungen der Schwefelblausäure und ihrer Salze einen weissen, käsigen, nicht in verdünnter Salpetersäure, wohl aber in Aetzammoniak löslichen Niederschlag; *salpetersaures Quecksilberoxydul* wird so zerlegt, dass sich regulinisches Quecksilber ausscheidet, und Quecksilbersulphocyanid bildet.

Die ausgezeichnetste Eigenschaft der Schwefelblausäure ist die, dass sie mit neutralen *Eisenoxydsalzen*, selbst noch bei sehr grossen Verdünnungen, eine blutrothe Färbung (keinen Niederschlag) giebt. Diese Eigenschaft hat sie jedoch mit der *Me-*

konsäure und gewissermassen auch mit der *Essigsäure* gemein; von ersterer unterscheidet sie sich dadurch, dass sie durch Barytsalze nicht gefällt wird; von der Essigsäure durch ihre Reaction gegen eine Lösung, die schwefelsaures Eisenoxydul neben schwefelsaurem Kupferoxyd enthält; sie giebt nemlich damit einen weissen, körnigen Niederschlag von Kupfersulphocyanür $= \text{Cu}^2 \text{Cy S}^2$.

Schwefelcyankalium, *Kaliumsulphocyanid*, *schwefelblausaures Kali*, K Cy S^2 . Wohlausgetrocknetes Kaliumeisencyanür wird mit der Hälfte Schwefel in einem eisernen Gefässe bis zum schwachen Rothglühen erhitzt; hierbei bildet sich vorzüglich Schwefelcyankalium und Eisensulphocyanür; man zieht die erkaltete Masse mit kochendem Wasser aus, lässt das Eisen sich oxydiren, und fällt es dann aus der Flüssigkeit durch kohlensaures Kali; die filtrirte Flüssigkeit wird zur Krystallisation abgedampft, und das Schwefelcyankalium durch Alkohol vom kohlensauren Kali getrennt.

Es bildet lange, gestreifte Säulen, die ohne Zersetzung geschmolzen werden können, und an der Luft zerfliesslich sind.

Zersetzungsproducte des Schwefelcyans.

Mellon, $\text{C}^6 \text{N}^4$, bildet sich sowohl beim Glühen des Schwefelcyans in verschlossenen Gefässen, als, wenn in Chlorgas trocknes Schwefelcyankalium erhitzt wird.

Es ist ein citronengelbes Pulver, in Wasser, Alkohol und verdünnten Säuren unlöslich, wird durch sehr starkes Glühen, durch Digestion mit Salpetersäure oder mit ätzenden Alkalien zerlegt, vereinigt sich mit Kalium unter Feuererscheinung zu einer eigenthümlichen Verbindung, *Mellonkalium*.

Kocht man das Mellon mit Salpetersäure, so erhält man eine der krystallisirten Cyanursäure isomere Verbindung, *Cyanilsäure* genannt, welche wasserfrei in Oktaëdern, mit 4 At. Wasser aber in kleinen, weissen Blättern krystallisirt.

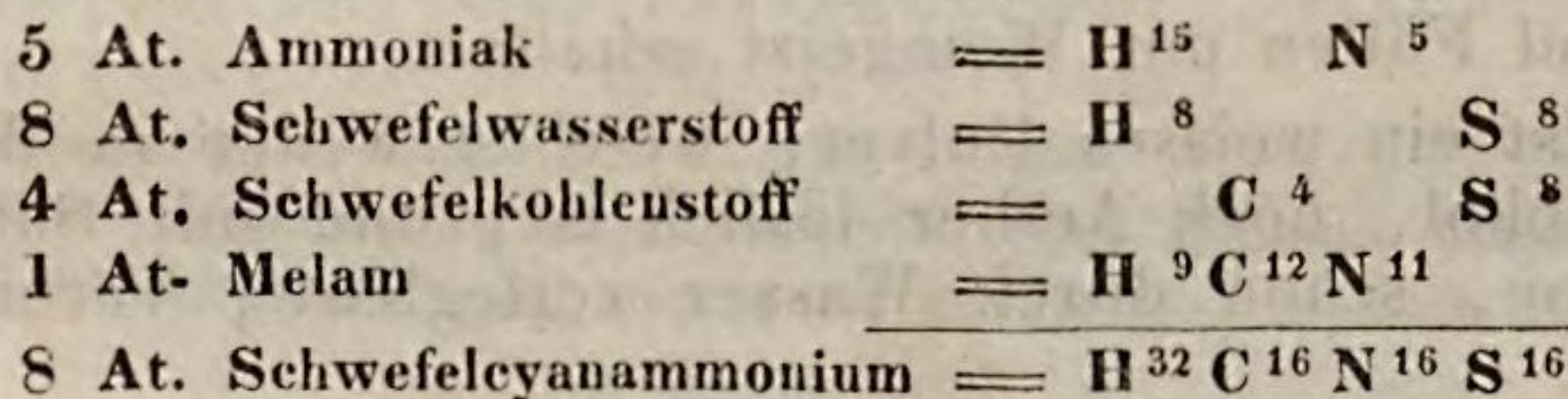
Mellonwasserstoffsäure, $\text{H C}^6 \text{N}^4$, wird erzeugt, wenn man zu einer wässrigen Lösung von Mellonkalium eine verdünnte Mineralsäure setzt.

Sie ist als Hydrat weiss, gallertartig, wasserfrei gelblichweiss, wenig löslich in Wasser, unzersetzbar durch Salzsäure oder Salpetersäure; bildet mit Sauerstoffbasen Wasser und *Mellonmetalle*, die in Wasser unlöslich sind, ausser den alkalischen Verbindungen.

Mellonkalium, KC^6N^4 , wird durch Zusammenschmelzen von Mellon mit Schwefelcyankalium oder durch Erhitzen von Schwefelcyankalium mit Antimonbutter (Sb^2Cl^3) erhalten; aus den erkalteten Massen zieht man es mit kochendem Wasser aus.

Es krystallisirt in sehr kleinen Nadeln mit Krystallwasser, ist geschmacklos, ohne Zersetzung schmelzbar, im Wasser schwerlöslich; Metallsalze schlagen aus der wässrigen Lösung unlösliche Mellonmetalle nieder.

Melam, $\text{H}^9\text{C}^{12}\text{N}^{11}$; erhitzt man Schwefelcyanammonium oder 1 Th. Schwefelcyankalium mit 2 Th. Salmiak, so entweichen Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff, zurück bleibt Melam (und Chlorkalium).



Das Melam ist weissgrau, amorph, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich; löst sich in concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure auf; durch längeres Kochen dieser Lösungen mit Wasser verwandelt es sich allmählig in Cyanursäure und Ammoniak ($\text{H}^9\text{C}^{12}\text{N}^{11} + 12 \text{HO} = 5 \text{H}^3\text{N} + 2 \text{H}^3\text{C}^6\text{N}^3\text{O}^6$); ebenso wird es durch Zusammenschmelzen mit Aetzkali in Cyanursäure und Ammoniak zerlegt.

Melamin, $\text{H}^6\text{C}^6\text{N}^6$; kocht man Melam mit verdünnter Kalilauge, so scheidet sich beim Abdampfen dieser Körper in glänzenden Krystallblättchen ab; durch wiederholte Krystallisation erhält man ihn in farblosen, rhombischen Oktaëdern, die kein Krystallwasser enthalten; es schmilzt beim Erhitzen und lässt sich unverändert sublimiren; löst sich leicht in kochendem Wasser, weniger in kaltem, nicht in Alkohol und Aether; mit Kalihydrat zusammengeschmolzen zerlegt es sich in Ammoniak und Cyansäure ($\text{H}^6\text{C}^6\text{N}^6 + \text{H}^3\text{O}^3 = \text{H}^9\text{N}^3 + \text{C}^6\text{N}^3\text{O}^3$).

Dieser Körper bildet mit Säuren krystallisirbare Salze; diese können, wie die Ammoniaksalze, nicht ohne Wasser bestehen; mit Wasserstoffsäuren verbindet er sich wie das Ammoniak unmittelbar; die Salze röthen Lackmus.

Ammelin, $H^5C^6N^5O^2$, bildet sich neben Melamin bei der Zersetzung des Melams durch verdünnte Säuren und Alkalien; es ist ein aus mikroskopischen Nadeln bestehendes, glänzend weisses Pulver, zersetzt sich beim Erhitzen, löst sich nicht in Wasser, Alkohol und Aether, wohl aber in ätzenden Alkalien; durch Schmelzen mit Aetzkali wird es in Ammoniak und Cyansäure zerlegt ($H^5C^6N^5O^2 + HO = H^6N^2 + C^6N^3O^3$).

Mit den stärkeren Mineralsäuren bildet es krystallisirbare Salze; welche stets wasserhaltig sind und Lackmus röthen.

Ammelid, $H^9C^{12}N^9O^6$, wird durch Auflösen von Melam, Melamin oder Ammelin in concentrirter Schwefelsäure und Fällen mit Weingeist erhalten.

Es ist ein weisses Pulver, welches weder in Wasser, noch Alkohol, noch Aether löslich ist, und mit Salpetersäure eine, schon durch Wasser zerlegbare, Verbindung eingeht.

Liebig stellt folgende Hypothese über die Zusammensetzung dieser Körper auf, um ihre sauren oder basischen Eigenschaften zu erklären; M bedeutet eine Verbindung von einem halben Aequivalent Wasserstoff mit einem halben Aequivalent Stickstoff, und ist $= 1$ Aequivalente Sauerstoff.

Cyanursäure	ist hiernach	$=$	Cy^3O^6	$+ H^3$
Melamin	-	$=$	Cy^3M^6	$+ H^3$
Ammelin	-	$=$	$Cy^3M^4O^2$	$+ H^3$
Ammelid	-	$=$	$Cy^3M^3O^3$	$+ H^3$
Cyanursäure	-	$=$	$Cy^3O^3O^3$	$+ H^3$

Aceton. H^3C^3O .

Werden die essigsauen Alkalien und alkalischen Erden der trocknen Destillation unterworfen, so bleibt im Rückstande ein kohlen-saures Salz, in der Vorlage erhält man aber das Aceton ($BaO \cdot H^3C^4O^3 = BaO \cdot CO^2 + H^3C^3O$), welches meist mit einem durch die eigne Zer-

setzung desselben in hoher Temperatur gebildeten, brenzlichen Oel verunreinigt ist. Man trennt es von demselben durch wiederholte Destillation mit Wasser und von letzterem endlich durch Chlorcalcium. Auch bildet sich Aceton, wenn Dämpfe concentrirter Essigsäure durch ein mit Kohlenpulver gefülltes und bis zu schwachem Rothglühen erhitztes Rohr geleitet werden.

Das Aceton, *Essiggeist*, *Essigalkohol*, ist dünnflüssig, farblos, von durchdringendem, geistigem Geruche und brennendem Geschmacke, spec. Gew. = 0,9721 (bei +18°), lässt sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischen, ist luftbeständig, lässt sich entzünden und verbrennt mit heller Flamme; von Alkalien wird es nicht verändert. Durch Säuren wird das Aceton zunächst so zerlegt, dass sich aus 2 Atomen desselben ein Atom Wasser löst und eine neue ätherartige (in Wasser unlösliche) Verbindung gebildet wird, das Oenyloxyd (*Mesithyloxyd*, *Mesithylenhydrat*), H^5C^6O , gebildet wird ($H^6C^6O^2 - HO = H^5C^6O$).

Wird das Aceton mit Salzsäure oder Phosphorchlorid (P^2Cl^5) erhitzt, so wird ebenfalls zwei Atomen desselben ein Atom Wasser entzogen, der in der Verbindung rückständige Sauerstoff wird aber durch ein Aequivalent Chlor vertreten; es bildet sich nemlich Oenylchlorür, (*Mesithylchlorür*) H^5C^6Cl . Auf ähnliche Weise scheint sich das, isolirt unbekannte, Radical, H^5C^6 , mit Jod und Schwefel vereinigen zu können.

Mit Schwefelsäure digerirt erzeugt das Aceton zwei verschiedene Säuren, Oenyloxydschwefelsäure, $H^5C^6O + SO^3$ und Oenyloxyddoppelschwefelsäure, $H^5C^6O + 2SO^3$, deren Verbindungen mit Baryt und Kalk in Wasser leicht löslich sind.

Mischt man Aceton mit Schwefelsäure und destillirt, so werden 2 Atomen desselben 2 Atome Wasser entzogen, und eine ätherartige, nach Knoblauch riechende, sehr flüchtige, leicht entzündliche Flüssigkeit gebildet, das Oenol (*Mesithylen*) $= H^4C^6$ ($H^6C^6O^2 - H^2O^2 = H^4C^6$). Wird dieser Körper mit Chlor zusammengebracht, so wird 1 At. Wasserstoff desselben durch 1 At. Chlor ersetzt; es entsteht Salzsäure und Pteylechlorür, H^3C^6Cl .

Mit concentrirter Salpetersäure zusammengebracht, zersetzt sich das Aceton unter Explosion.

Leitet man in Aceton Chlorgas, so bildet sich ein farbloses, ölar-
tiges Liquidum, welches äusserst ätzend wirkt, und auf der Haut
Blasen zieht; es entsteht, indem 2 Atomen Aceton 2 Atome
Wasserstoff entzogen werden, und 2 Atome Chlor an deren Stelle
treten $= \text{H}^6\text{C}^6\text{O}^2 + 4 \text{Cl} = 2 \text{HCl} + \text{H}^4\text{C}^6\text{O}^2\text{Cl}^2$.

Alkarsin.

Cadet hatte gefunden, dass, wenn man essigsaures
Kali mit arseniger Säure destillirt, eine Flüssigkeit über-
geht, welche an freier Luft sich von selbst entzündet. Er-
hitzt man nemlich ein Gemeng von gleichen Theilen es-
sigsauren Kalis und arseniger Säure in einer Retorte bis
zum Rothglühen, und fängt die Destillationsproducte in ei-
ner stark abgekühlten Vorlage auf, so erhält man ausser
Kohlensäure und metallischem Arsen zwei Flüssigkeiten,
von welchen die obere vorzüglich Aceton, Wasser und Es-
sigsäure enthält, die untere aber eine eigenthümliche ar-
senhaltige Substanz, das Alkarsin; letzteres wird über
Kalihydrat, Aetzbaryt oder Kalk in einer sauerstofffreien
Atmosphäre rectificirt.

Das Alkarsin, $\text{H}^6\text{C}^4\text{As}^2\text{O}$, (gebildet aus 2 At. Es-
sigsäure und 1 At. arseniger Säure $= \text{H}^6\text{C}^8\text{O}^6 + \text{As}^2\text{O}^3$
 $= \text{C}^4\text{O}^8 + \text{H}^6\text{C}^4\text{As}^2\text{O}$), ist eine farblose, ätherartige
Flüssigkeit, von starkem Lichtbrechungsvermögen, von
höchst widrigem Geruch, ähnlich dem Arsenwasserstoff; es
reizt die Augen zu Thränen, bewirkt auf der Haut hefti-
ges Jucken; spec. Gew. $= 1,462$, erstarrt bei -23° zu
seidenglänzenden Schuppen, siedet ungefähr bei 150° , und
ist in einer sauerstofffreien Atmosphäre unzersetzt destil-
lirbar; bei 200° zersetzt es sich unter Abscheidung von Ar-
sen; von Wasser wird es wenig gelöst, von Alkohol und
Aether in jedem Verhältnisse; an der Luft raucht es, er-
hitzt und entzündet sich, und verbrennt mit blasser Flam-
me zu Kohlensäure, Wasser und arseniger Säure.

Lässt man Alkarsin in einem offenen Gefässe unter Wasser ste-
hen, so wandelt es sich allmählig in eine neue arsenhaltige Sub-
stanz, das Alkargen, um. In Chlor- und Bromgas entzün-
det sich das Alkarsin; Jod, Schwefel und Phosphor werden da-
von gelöst; mit rauchender Salpetersäure zusammengebracht, ex-
plodirt es unter Feuererscheinung; mit concentrirter Schwefel-

säure bildet es eine krystallinische Verbindung; in Alkalien so wie in verdünnter Salpetersäure ist es löslich; Quecksilberoxyd- und Oxydulsalze werden davon reducirt.

Destillirt man Alkarsin mit Salzsäure, so erhält man das Chloralkarsin, $\text{H}^6\text{C}^4\text{As}^2\text{Cl}$, ein dünnflüssiges Liquidum, von widrigem Geruch, welches schwerer als Wasser ist, bei 109° siedet; an der Luft erhitzt sich entzündet.

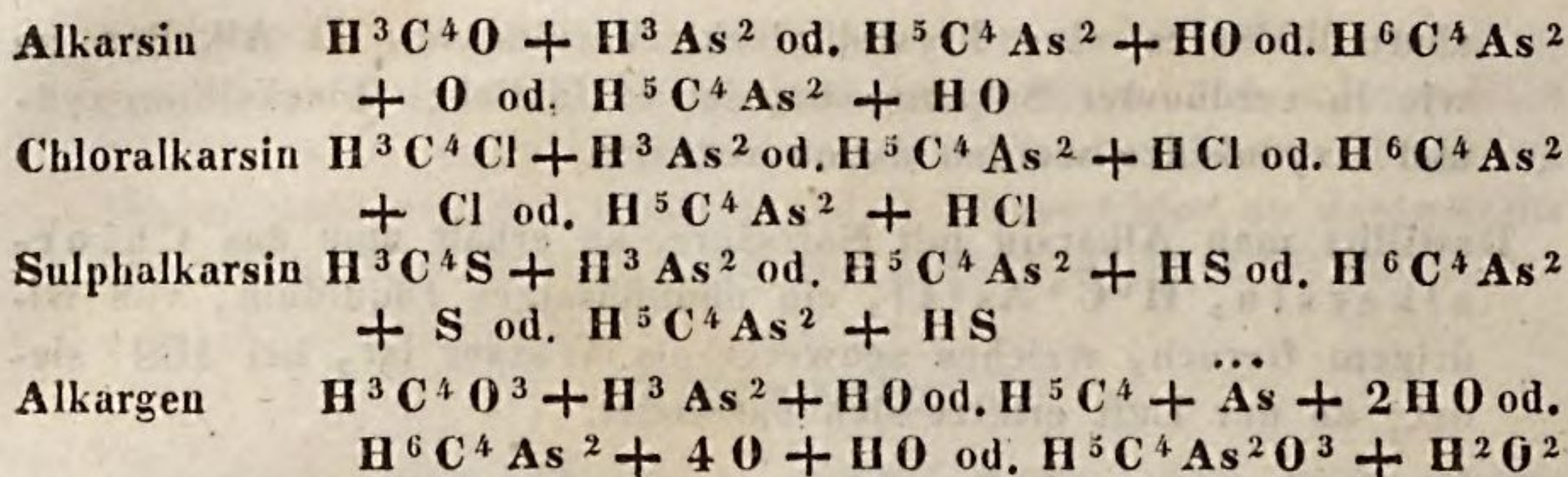
Durch Zersetzung des Chloralkarsins mit Schwefelbaryum oder des Alkargens mit Schwefelwasserstoff, erhält man das Sulphalkarsin, $\text{H}^6\text{C}^4\text{As}^2\text{S}$, eine klare, übelriechende Flüssigkeit.

Bromalkarsin, Jodalkarsin, Fluoralkarsin und Cyanalkarsin erhält man durch Destillation des Alkarsins mit den respectiven Wasserstoffsäuren.

Alkargen, $\text{H}^7\text{C}^4\text{As}^2\text{O}^5$. Lässt man zu Alkarsin atmosphärische Luft nur langsam treten, so bildet sich Alkargen, arsenige Säure und ein ätherischer, in Wasser löslicher Körper von höchst unangenehmem Geruche, das *Hydrarsin*. Durch Auflösen der fast ganz erstarrten Masse in Wasser entfernt man den grössten Theil der arsenigen Säure, die Lösung wird abgedampft, und zur Entfernung des Hydrarsins zwischen Löschpapier ausgepresst, dann in Alkohol gelöst, und wieder zur Krystallisation abgedampft.

Das Alkargen krystallisirt in farblosen, glasglänzenden, durchsichtigen, geschoben vierseitigen Prismen, ist geruch- und geschmacklos, schmilzt bei 200° , und zersetzt sich bei 230° ; zerfliesst in feuchter Luft, löst sich in Wasser und Alkohol in jedem Verhältnisse, nicht aber in Aether. Mit Alkalien und alkalischen Erden verbindet sich das Alkargen zu gummiartigen, nicht krystallisirbaren Massen; Kupfer- und Eisenoxydhydrat werden davon aufgelöst; von Schwefelsäure wird es unzersetzt aufgelöst, von Salpetersäure und Königswasser nur schwierig zerstört; durch Behandlung mit Zinnchlorür oder phosphoriger Säure wird es wieder in Alkarsin verwandelt, durch Schwefelwasserstoff in Sulphalkarsin.

Man hat die Constitution dieser Verbindungen aus vier verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet, nemlich:



Benzin. H^6C^{12} .

Unterwirft man 1 Th. krystallisirte Benzoësäure mit 3 Th. Kalkhydrat der trocknen Destillation, so zerfällt die Benzoësäure, ähnlich der Essigsäure, in Kohlensäure und eine Kohlenwasserstoffverbindung, *Benzin* oder *Benzol* genannt, H^6C^{12} (denn $\text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^4 + 2\text{CaO} = 2\text{CaO} \cdot \text{CO}^2 + \text{H}^6\text{C}^{12}$).

Das über gebrannten Kalk rectificirte Benzin ist eine klare, farblose Flüssigkeit, von nicht unangenehmen, ätherartigem Geruche, leichter als Wasser, siedet bei 86° ; erstarrt bei 0° zu einer krystallinischen Masse, ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether, entzündlich.

Bringt man Benzin mit wasserfreier Schwefelsäure zusammen, und übergiesst die zähe Flüssigkeit mit Wasser, so schlägt sich ein neuer Körper, Sulphobenzid, $\text{H}^5\text{C}^6\text{S O}^2$, nieder, der farb- und geruchlos ist, bei 100° schmilzt und ohne Zersetzung sublimirt werden kann, ($\text{H}^6\text{C}^{12} + \text{SO}^3 = \text{H}^5\text{C}^{12}\text{S O}^2 + \text{HO}$). Löst man das Sulphobenzid in Schwefelsäure auf oder das Benzin in rauchendem Vitriolöl, so bildet sich Sulphobenzidunterschweifelsäure, $\text{H}^5\text{C}^{12}\text{S}^2\text{O}^5$, eine schwer krystallisirbare, saure Flüssigkeit, welche mit Baryt ein lösliches Salz giebt.

Trägt man Benzin in rauchende Salpetersäure ein, so bildet sich Nitrobenzid, $\text{H}^5\text{C}^{12}\text{N O}^4$, eine gelbe Flüssigkeit, von Zimmtgeruch und süßem Geschmack, die bei 213° siedet, bei -3° krystallisirt, und nicht durch Alkalien zersetzt wird.

Löst man Nitrobenzid in Alkohol, setzt Kalihydrat zu und destillirt, so erhält man in der Vorlage gegen Ende der Destillation grosse rothe Krystalle von Azobenzid, $\text{H}^5\text{C}^{12}\text{N}$, welche bei 65° schmelzen und bei 193° sich verflüchtigen.

Wird Benzin mit Chlorgas dem Sonnenlichte ausgesetzt, so bildet sich eine krystallinische Masse von Chlorbenzin, $\text{H}^6\text{C}^{12}\text{Cl}^6$,

dasselbe ist farblos, schmilzt bei 130° , siedet und zersetzt sich zum Theil bei 158° ; ist in Alkohol und Aether löslich, nicht in Wasser.

Unterwirft man benzoësauren Kalk vorsichtig der trocknen Destillation, so erhält man neben etwas Naphthalin das Carbo benzid oder Benzon, $H^5C^{13}O$, eine farblose, öartige Flüssigkeit, die weder von Salpetersäure noch Aetzkali zerlegt wird, $(CaO \cdot H^5C^{14}O^3 = CaO \cdot CO^2 + H^5C^{13}O)$.

Benzoyl. $H^5C^{14}O^2$.

Mit dem Namen Benzoyl belegt man ein hypothetisches Radical mehrerer Verbindungen, die ihren Ursprung meist aus dem flüchtigen Bittermandelöl haben; man kann es auch als Radical der Benzoësäure ansehen; es besteht aus $H^5C^{14}O^2 = \ddot{B}z$. Die Benzoësäure (S. S. 203.), ist demnach eine höhere Oxydationsstufe dieses Radicals, *Benzoylsäure*, $H^5C^{14}O^3 = \ddot{B}zO$; das flüchtige Bittermandelöl (S. S. 203.), dagegen ist eine Wasserstoffverbindung desselben Körpers, *Benzoylwasserstoff*, $H^6C^{14}H^2 = \ddot{B}zH$. Dieses Aequivalent Wasserstoff kann nun durch Aequivalente mehrerer anderer Elemente vertreten werden, ohne dass dabei das Radical selbst eine Veränderung erleidet; denn es lässt sich von einem Elemente immer wieder auf das andere übertragen, und giebt mit gleichen Elementen immer wieder gleiche Producte.

Leitet man durch wasserfreies Bittermandelöl Chlorgas, so bildet sich Salzsäure und Chlorbenzoyl, $(H^6C^{14}O^2 + 2Cl = HCl + H^5C^{14}O^2Cl) = \ddot{B}zCl$, eine farblose Flüssigkeit, von reizendem, unangenehmen Geruche, welche durch Kochen mit Wasser in Salzsäure und Benzoësäure zerfällt, an der Luft sich entzünden lässt und mit rusender Flamme verbrennt.

Brombenzoyl, $\ddot{B}zBr = H^5C^{14}O^2Br$, wird wie Chlorbenzoyl dargestellt, bildet blättrige Krystalle, die sich leicht in Alkohol und Aether lösen, durch Wasser aber so wie durch Alkalien leicht in Benzoësäure und Bromwasserstoffsäure zersetzt werden.

Das Jodbenzoyl, $\ddot{B}zJ = H^5C^{14}O^2J$, erhält man durch Destillation von Chlorbenzoyl mit Jodkalium; es bildet farblose, an der Luft braun werdende Krystalle, welche durch Wasser und Alkalien gleich den voranstehenden Verbindungen zersetzt werden.

Destillirt man Chlorbenzoyl mit Schwefelkalium, so bildet sich Schwefelbenzoyl, $\ddot{\text{Bz}}\text{S} = \text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^2\text{S}$, ein gelbes Oel, das in der Kälte zu einer weichen, krystallinischen Masse erstarrt, sich in Alkohol und Aether löst, und entzündet mit leuchtender Flamme verbrennt.

Durch Destillation von Chlorbenzoyl mit Cyauquecksilber wird das Cyanbenzoyl dargestellt, $\ddot{\text{Bz}}\text{Cy} = \text{H}^5\text{C}^{14}\text{C}^2 + \text{C}^2\text{N}$; dasselbe ist rectificirt ein farbloses Oel, von zimmtartigem Geruche und brennendem Geschmacke, leicht entzündlich.

Das Benzamid, $\ddot{\text{Bz}}\text{H}^2\text{N} = \text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^2 + \text{H}^2\text{N}$, bildet sich, wenn Chlor- Brom- oder Jodbenzoyl mit trockenem Ammoniakgas zusammengebracht werden ($\text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^2\text{Cl} + \text{H}^3\text{N} = \text{H}^7\text{C}^{14}\text{N}\text{O}^2 + \text{HCl}$) oder wenn man Harnbenzoësäure mit Bleihyperoxyd und Schwefelsäure zersetzt ($\text{H}^9\text{C}^{18}\text{N}\text{O}^6 + 5\text{PbO}^2 + 5\text{SO}^3 = 5\text{PbO} + \text{SO}^3 + 4\text{CO}^2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^7\text{C}^{14}\text{N}\text{O}^2$).

Es krystallisirt in geraden, rhombischen Prismen oder perlmutterglänzenden Blättchen, ist schmelzbar und sublimirbar, löst sich leicht in kochendem Wasser, in Alkohol und Aether, wird durch starke Säuren und ätzende Alkalien unter Aufnahme von Wasser in Ammoniak und Benzoësäure zerlegt.

Die Harnbenzoësäure (S. S. 203.), lässt sich als eine Verbindung von Benzamid mit Fumarsäure ansehen, denn $\text{H}^9\text{C}^{18}\text{N}\text{O}^6 = \text{H}^7\text{C}^{14}\text{N}\text{O}^2 + \text{H}^2\text{C}^4\text{O}^3 + \text{H}_2\text{O}$.

Der Benzoylwasserstoff kann auch mit einigen Säuren eigenthümliche Verbindungen eingehen, die vollkommene Säuren bilden.

Ameisensäurer Benzoylwasserstoff, *Mandelsäure*, $\text{H}^8\text{C}^{16}\text{O}^6 = \text{H}^2\text{C}^2\text{O}^3 + \text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^2 + \text{H}_2\text{O}$; man erhält diesen Körper durch Kochen von blausäurehaltigem Bittermandelöl mit Salzsäure, $\text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^2 + \text{H}^2\text{C}^2\text{N} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}^3\text{N} + \text{H}^8\text{C}^{16}\text{O}^6$.

Diese Säure bildet eine körnige oder schuppige, krystallinische Masse, von saurem Geschmack und saurer Reaction; sie ist in Wasser, Weingeist und Aether löslich, schmilzt und zersetzt sich bei höherer Temperatur; ihre Verbindungen mit den meisten Basen sind in Wasser löslich und meist krystallisirbar.

Benzoësaurer Benzoylwasserstoff, $\text{H}^{18}\text{C}^{42}\text{O}^8 = \text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^2 + 2\text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^3$, bildet sich beim Zusammenbringen des Bittermandelöls mit feuchtem Chlorgas ($\text{H}^{18}\text{C}^{42}\text{O}^6 + \text{H}_2\text{O}^2 + 2\text{Cl} = 2\text{HCl} + \text{H}^{18}\text{C}^{42}\text{O}^8$).

Dieser Körper krystallisirt in farblosen, blendenden, vierseitigen Prismen, schmilzt und verflüchtigt sich unzersetzt, löst sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol und Aether, wird durch Kalihydrat zerlegt.

Die Harnbenzoësäure wird von einigen auch als eine Verbindung von Benzoylwasserstoff mit Blausäure und Ameisensäure betrachtet, denn $\text{H}^9\text{C}^{18}\text{N}\text{O}^6 = \text{H}\text{C}^2\text{O}^3 + \text{H}\text{C}^2\text{N} + \text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^2 + \text{H}\text{O}.$

Benzoin, $\text{H}^6\text{C}^{14}\text{O}^2$, bildet sich bei Behandlung von blausäurehaltigem (nicht von reinem), Bittermandelöl mit Alkalien oder alkalischen Erden; durch wiederholtes Krystallisiren erhält man es rein in farb-geruch- und geschmacklosen Prismen, die bei 120° schmelzen und bei noch höherer Temperatur sich unzersetzt sublimiren; es löst sich nicht in Wasser, leicht in kochendem Alkohol, lässt sich entzünden und verbrennt mit rusender Flamme; von Schwefelsäure wird es mit veilchenblauer Farbe aufgelöst, mit Wasser verdünnte Alkalien lösen es nicht auf, eine Lösung von Kalihydrat in Alkohol aber mit blauer Farbe; durch glühende Röhren geleitet, wird es in den, ihm isomeren, Benzoylwasserstoff umgewandelt.

Leitet man über schmelzendes Benzoin Chlorgas so lange, als noch Chlorwasserstoffsäure entweicht, so bildet sich ein dem hypothetischen Radical aller erwähnten Benzoylverbindungen isomerer Körper, den man Benzil genannt hat, $\text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^2$; dieses krystallisirt in schwefelgelben, durchscheinenden, sechsseitigen Säulen, ist ohne Geruch und Geschmack, schmilzt bei 90° und sublimirt sich unzersetzt bei höherer Temperatur; es löst sich in Alkohol und Aether, nicht in Wasser, lässt sich entzünden und verbrennt mit rother, rusender Flamme; wird weder von Schwefelsäure noch wässriger Kalilauge zersetzt.

Kocht man Benzoin oder Benzil mit einer concentrirten Lösung von Aetzkali in Alkohol, so entsteht eine blaue Lösung, welche auf Zusatz von Salzsäure anfangs eine harzartige Materie, später aber eine krystallisirbare Säure, die Benzilsäure, $\text{H}^{11}\text{C}^{28}\text{O}^5 + \text{H}\text{O}$, abscheidet. Die Krystalle sind rhomboëdrisch, farblos, glänzend, schmelzbar, nicht flüchtig; sie entwickeln Benzoësäure und einen veilchenblauen Dampf, und hinterlassen Kohle; in kaltem Wasser schwer löslich, leicht in heissem; nur das Silber-

salz dieser Säure ist bekannt. $(2 \text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^2 + 2 \text{HO} = \text{H}^{11} \text{C}^{28} \text{O}^5 + \text{HO})$.

Salicyl, $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^4$.

Das Salicyl, auch *Spiroyl* genannt, ist wie das Benzoyl ein hypothetisches Radical, welches, gleich diesem, mit Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor und Brom bestimmte Verbindungen eingeht.

Der Salicylwasserstoff, *salicylige Säure*, *Spiroylwasserstoffsäure*, $\text{H}^6 \text{C}^{14} \text{O}^4$, wird entweder durch Behandlung des flüchtigen Oels aus den Blüthen der *Spiraea ulmaria* mit verdünnter Kalilauge, Zersetzen mit Schwefelsäure und Destillation erhalten, oder durch Destillation einer Mischung von Salicin, doppelt chromsaurem Kali und Schwefelsäure (S. S. 257.).

Das über Chlorcalcium rectificirte Destillat bildet ein farbloses Oel, welches schwerer als Wasser ist, bei ungefähr 190° siedet, bei -20° erstarrt, sich leicht entzünden lässt und mit rusender Flamme verbrennt, Lackmus anfangs röthet und später entfärbt, in Wasser, Alkohol und Aether löslich ist.

Dieser Körper vereinigt sich mit Basen, und bildet, ausser mit den Alkalien, unlösliche Salze; durch die stärkeren Säuren wird diese Säure aus ihren Verbindungen mit Basen ausgetrieben.

Behandelt man diesen Körper mit Kalihydrat, so bildet sich unter Entwicklung von Wasserstoff Salicylsäure, $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^5$.

Leitet man durch wasserfreien Salicylwasserstoff trocknes Chlorgas, so bildet sich Chlorsalicyl, $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^4 \text{Cl}$, welches in rhombischen Tafeln krystallisirt, gewürzhaft riecht, schmelzbar ist, und sich ohne Zersetzung verflüchtigen lässt, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether ist. Dieser Körper ist dadurch ausgezeichnet, dass er sich ohne Zersetzung mit Basen zu vollkommenen Salzen vereinigt, daher er auch *Chlorsalicylsäure* genannt wird.

Bromsalicyl, $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^4 \text{Br}$, wird wie das Chlorsalicyl erhalten, und verhält sich diesem analog.

Jodsalicyl, $\text{H}^5 \text{C}^{14} \text{O}^4 \text{J}$, bildet sich bei der Destillation von Chlorsalicyl mit Jodkalium; es ist eine schwarzbraune, schmelzbare flüchtige Masse, die mit Basen Salze bildet.

Aethyl. H^5C^4 .

Das Aethyl ist ein noch nicht isolirt dargestelltes Radical, welches mit verschiedenen nicht metallischen Elementen Verbindungen eingeht, die sich oft mit anderen zusammengesetzten Körpern von Neuem vereinigen lassen. Den ersten Ursprung dieses Radicals finden wir im Alkohol (S. S. 274.), welcher als Hydrat vom Aethyloxyd anzusehen ist.

Aethyloxyd, *Aether*, $\text{H}^5\text{C}^4\text{O}$, AeO. Dieser Körper *bildet* sich bei Behandlung des Alkohols mit mässig concentrirter Schwefelsäure, mit Phosphorsäure, Arsensäure, Fluorbor, Chlorzink, Chlorzinn und einigen anderen Chloriden.

Er wird am vortheilhaftesten *dargestellt*, wenn man 5 Th. Alkohol ($90\frac{0}{0}$) mit 9 Th. Schwefelsäure (von 1,85 spec. Gew.) mischt und destillirt, und dann von Neuem immer wieder Alkohol zufließen lässt, so dass sich der Kochpunkt immer ungefähr bei 140° erhält, bis 31 Th. Alkohol im Ganzen zersetzt worden sind. Man reinigt den so erhaltenen Aether vom Alkohol und von schwefliger Säure durch Schütteln mit Wasser und Destilliren mit etwas Kalkhydrat oder in Alkohol gelöstem Aetzkali; entwässert wird der Aether durch Rectification über Chlorcalcium oder gebranntem Kalk.

Reiner Aether ist farblos, dünnflüssig, spec. Gew. bei $+20^{\circ} = 0,7155$, bricht das Licht stark, leitet Electricität nicht, bei -31° schiesst er in weissen, glänzenden Blättern an, und erstarrt bei -44° vollkommen, bei $+55,6^{\circ}$ (und 760 mm. Barom.) siedet er; er ist von durchdringendem, nicht unangenehmen Geruch, schmeckt süsslich kühlend. Der Aether lässt sich leicht entzünden und verbrennt mit leuchtender rusender Flamme; sein Dampf mit Luft gemengt und entzündet, explodirt heftig.

Aether löst $\frac{1}{36}$ seines Gewichts Wasser auf; 10 Th. Wasser lösen 1 Th. Aether; mit Alkohol und flüchtigen Oelen lässt er sich in jedem Verhältnisse mischen; der Aether ist ein gutes Lösungsmittel für Brom, Jod, Schwefel, Phosphor, viele Chloride (vorzüglich schwerer Metalle), ein einziges Sauerstoffsalz (das salpetersaure Uran-

oxyd) für Fette, flüchtige und fette Oele, mehrere Pflanzenbasen und viele Harze, Caoutchouk u. s. w.

An der Luft, vorzüglich beim Erwärmen, zieht der Aether Sauerstoff an und verwandelt sich in Wasser und Essigsäure ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + 4\text{O} = 2\text{HO} + \text{H}^3\text{C}^4\text{O}^3$). Deshalb reagirt der Aether oft sauer. Kommen Aetherdämpfe in Berührung mit Platinschwamm oder glühendem Platindraht, so bildet sich, wie beim Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure und acetylige Säure. (S. Acetyl [acetylige Säure]).

Werden Aetherdämpfe durch ein mässig glühendes Glasrohr geleitet, so entstehen Aldehyd, Wasser, ölbildendes Gas, Sumpfluft und ein von Schwefelsäure absorbirbarer Kohlenwasserstoff, leitet man dagegen die Aetherdämpfe durch eine weissglühende Porcellanröhre, so bilden sich neben Abscheidung von etwas Kohle, Sumpfluft, Kohlenoxydgas, wenig Kohlensäure und ölbildendes Gas und ein brauner theils blättriger theils theerartiger Körper.

Vom Chlorgas wird der Aether unter Salzsäurebildung und Abscheidung von Kohle zersetzt. Mit wasserfreier Schwefelsäure giebt der Aether verschiedene Zersetzungsproducte, in der Kälte Aetherschwefelsäure, Aethionsäure, Althionsäure, schweres Weinöl, Aetherol, in der Wärme schweres und leichtes Weinöl, Essigsäure, Ameisensäure, Kohlenoxyd, schweflige Säure und ölbildendes Gas. Mit Salpetersäure digerirt liefert der Aether Aldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, Oxalsäure und Kohlensäure.

Nimmt der Aether 2 At. Sauerstoff auf, so bilden sich 1 At. Aldehyd und 2 At. Wasser ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + 2\text{O} = \text{H}^3\text{C}^4\text{O} + 2\text{HO}$), nimmt er 4 At. Sauerstoff auf, so entstehen 1 At. Essigsäure und 2 At. Wasser ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + 4\text{O} = \text{H}^3\text{C}^4\text{O}^3 + 2\text{HO}$); beim Hinzutreten von 8 At. Sauerstoff erzeugen sich 2 At. Ameisensäure und 3 At. Wasser ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + 8\text{O} = 2\text{HC}^2\text{O}^3 + 3\text{HO}$); treten 10 At. Sauerstoff zum Aether, so werden 4 At. Oxalsäure und 5 At. Wasser gebildet ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + 10\text{O} = \text{C}^4\text{O}^6 + \text{H}^5\text{O}^5$); vereinigen sich endlich 12 At. Sauerstoff mit 1 At. Aether, so erhält man 4 At. Kohlensäure und 5 At. Wasser ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + 12\text{O} = \text{C}^4\text{O}^8 + \text{H}^5\text{O}^5$).

Aetzende Alkalien wirken auf den Aether nur bei Zutritt der Luft zersetzend ein; es scheint sich dann Essig-

säure, Ameisensäure und braunes Aldehydharz zu bilden. Leicht oxydirbare schwere Metalle bilden mit Aether an der Luft allmählig essigsäure Salze.

Die Radicale der Alkalien oxydiren sich in Aether unter Wasserstoffentwicklung; nebenbei bilden sich gasige und flüssige Kohlenwasserstoffverbindungen.

Das Aethyloxyd verhält sich gegen Säuren vollkommen, wie ein anorganisches, basisches Oxyd; mit Wasserstoffsäuren bildet es Wasser, und Verbindungen des Aethyls mit dem negativen Elemente der Wasserstoffsäure; mit Sauerstoffsäuren verbindet es sich dagegen zu neutralen und sauren Salzen.

Die neutralen Aethyloxydsalze, *Naphthen*, *zusammengesetzte Aetherarten*, sind meist tropfbarflüssig, einige krystallisirbar, mehr oder weniger flüchtig, von starkem ätherähnlichem Geruch und brennendem Geschmack, wenig löslich in Wasser, mit Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischbar; sie sind meist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, erlangen aber grösstentheils sehr bald an der Luft saure Reaction durch Freiwerden der in ihnen enthaltenen Säure und Bildung von Alkohol; durch doppelte Wahlverwandtschaft und selbst durch ätzende Alkalien sind diese Salze nur schwer zu zerlegen; bei Einwirkung der letzteren vereinigt sich das frei werdende Aethyloxyd *in statu nascenti* mit Wasser zu Alkohol.

Die sauren Aethyloxydsalze, *Aethersäuren*, *Weinsäuren*, bestehen gleich anderen sauren Salzen, aus 2 At. Säure, 1 At. Aethyloxyd und 1 At. Wasser; dieselben sind tropfbarflüssig, nicht krystallisirbar, von saurem Geschmack, ohne Geruch, zersetzen sich beim Erhitzen und geben bei verschiedenen Temperaturen bald Alkohol bald Aether bald andere Producte aus, lösen sich in Wasser und Alkohol, röthen Lackmus, und liefern mit basischen Oxyden Doppelsalze, die sämmtlich in Wasser löslich und zum Theil krystallisirbar sind.

Verbindungen des Aethyls mit Radicalen.

Aethylchlorür, *Chlorwasserstoffäther*, *leichter Salzäther*, $\text{AeCl} = \text{H}^5\text{C}^4\text{Cl}$, bildet sich stets, wenn Salzsäure mit Alkohol oder Aether, oder leicht zer-

setzbare Chloride ebendamit, oder einige Aethersalze mit Salzsäure in Berührung kommen.

Man gewinnt es gewöhnlich, durch Sättigen von Alkohol mit trockenem Salzsäuregas und Destilliren; oder durch Erhitzen eines Gemisches von 2 Th. Alkohol ($90\frac{0}{0}$) 3 Th. Schwefelsäure (1,85 spec. Gew.) und 4 Th. geglühten Kochsalzes.

Das Aethylchlorür ist eine farblose Flüssigkeit, von süsslichem und zugleich etwas knoblauchartigem, durchdringendem Geruch und Geschmack, spec. Gew. = 0,774 (bei $+5^{\circ}$), siedet bei 12° (in der hohlen Hand), löst sich in 24 Th. Wasser; lässt sich entzünden und verbrennt mit smaragdgrüner oder gelbgrüner Flamme; röthet weder Lackmus, noch wirkt es im Dunkeln auf Silbersalze; wird, durch glühende Röhren geleitet, in Salzsäure und ölbildendes Gas zerlegt; wird sein Dampf mit Chlorgas gemengt und ins Sonnenlicht gebracht, so explodirt er mit rother Feuererscheinung; wird das Dampfgemeng erst 24 Stunden nach der Mengung dem Sonnenlichte ausgesetzt, so bildet sich Salzsäure und Chlorkohlenstoff ($\text{H}^5\text{C}^4\text{Cl} + 10\text{Cl} = 5\text{HCl} + \text{C}^4\text{Cl}^6$).

Aethylbromür, *Bromwasserstoffäther*, $\text{AeBr} = \text{H}^5\text{C}^4\text{Br}$, wird durch Destillation von 40 Th. Alkohol ($90\frac{0}{0}$) mit 8 Th. Brom und 1 Th. Phosphor erhalten; es ist farblos, sehr flüchtig, schwerer als Wasser, von durchdringendem Aethergeruch, löslich in Alkohol.

Aethyliodür, *Jodwasserstoffäther*, $\text{AeJ} = \text{H}^5\text{C}^5\text{J}$, wird durch Destillation von Alkohol mit Jodphosphor bereitet ($3\text{AeO} \cdot \text{HO} + \text{P}^2\text{J}^3 = 3\text{AeJ} + \text{P}^2\text{O}^3 + 3\text{HO}$); es ist farblos, fast noch einmal so schwer, als Wasser, sehr flüchtig, von durchdringendem Aethergeruch, schwer entzündlich, mit Alkohol und Aether mischbar, an der Luft roth werdend.

Aethylsulphür, *Schwefeläthyl*, *Schwefelwasserstoffäther*, $\text{AeS} = \text{H}^5\text{C}^4\text{S}$, wird gebildet, wenn man Schwefeleisen mit von Alkohol absorbirtem Salzsäuregas behandelt, oder durch Destillation von Einfachschwefelkalium oder Schwefelbaryum mit schwefelsaurem Aethyloxyd-Kali unter Vermeidung von Wasser.

Dieser Körper ist farblos, dünnflüssig; von widrigem, durchdringendem Geruche, ähnlich der *Asa foetida*, wird

wenig von Wasser, aber in jedem Verhältnisse von Aether und Alkohol aufgenommen.

Aethylsulphür - Schwefelwasserstoff, *Aethylsulphhydrat*, *Mercaptan*, $\text{AeS} + \text{HS} = \text{H}^6\text{C}^4\text{S}^2$, wird bereitet, wenn man eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Aethyloxyd-Kalk mit einer concentrirten Lösung von Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium oder Schwefelwasserstoff - Schwefelbaryum destillirt ($\text{CaO} \cdot \text{AeO} \cdot 2\text{SO}^3 + \text{KS} \cdot \text{HS} = \text{CaO} \cdot \text{SO}^3 + \text{KO} \cdot \text{SO}^3 + \text{AeS} \cdot \text{HS}$); vom Schwefelwasserstoff reinigt man es durch Destillation über etwas Quecksilberoxyd, und vom Wasser und Weingeist über Chlorcalcium.

Dieser Körper ist farblos, dünnflüssig, von durchdringendem, zwiebelartigem Geruche, spec. Gew. = 0,845 (bei $+15^\circ$) erstarrt noch nicht bei -22° , kann aber durch eigne Verdunstung in eine blättrige Masse verwandelt werden, siedet bei $36,2^\circ$, löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ist sehr leicht entzündlich und verbrennt mit blauer Farbe.

Dieser Körper hat die Eigenschaft mit Sauerstoffbasen Wasser und eigenthümliche Verbindungen zu bilden, welche aus Aethylsulphür und den Schwefelmetallen bestehen, z. B. $\text{AeS} \cdot \text{HS} + \text{HgO} = \text{HO} + \text{HgS} \cdot \text{AeS}$; diese entstehen nicht bloß durch unmittelbares Zusammenbringen eines Oxyds mit diesem Körper, sondern auch, wenn letzterer mit deren Chloriden oder Sauerstoffsalzen in Berührung kommt. Je weniger fest in einem Oxyde der Sauerstoff gebunden ist, desto heftiger geschieht die Verbindung; daher Quecksilber- Gold- und andere Oxyde edler Metalle sich damit unter Zischen und Sieden vereinigen, während Natron und Kali fast gar keine Einwirkung auf das Mercaptan zeigen. Die Verbindungen mit den Alkalien werden nur dadurch hervorgebracht, dass das Aethylsulphür-Schwefelwasserstoff durch Kalium oder Natrium zersetzt wird ($\text{AeS} \cdot \text{HS} + \text{K} = \text{AeS} \cdot \text{KS} + \text{H}$); letztere Verbindungen werden auf Zusatz von Wasser sogleich wieder in Oxyde und Schwefelwasserstoff-Aethylsulphür zerlegt. Die übrigen Verbindungen sind farblos oder gelb, in Wasser unlöslich; durch Alkalien wird das Oxyd nicht ausgeschieden; durch Glühen werden sie zersetzt.

Aethylsulphür-Schwefelquecksilber, Quecksilber-mercaptid, $\text{AeS} \cdot \text{HgS}$, ist weiss, krystallinisch, fettig, schmelzbar bei 86° , wird bei höherer Temperatur zersetzt; in kochendem Alkohol löslich und daraus krystallisirbar.

Aethylsulphid, Thialöl, AeS^3 , wird durch Destillation von schwefelsaurem Aethyloxydkali mit dreifach Schwefelkalium erhalten; ist flüssig, gelb, weniger flüchtig als das Sulphür.

Aethylselenür, AeSe , wird durch Destillation von Selenkalium mit schwefelsaurem Aethyloxyd-Kali erhalten, ist dem Sulphür ganz ähnlich, verbrennt aber mit rothem Rauch.

Aethylcyanür, Cyanwasserstoffäther, AeCy , durch Erhitzen von schwefelsaurem Aethyloxydkali mit Cyankalium bereitet, ist eine farblose Flüssigkeit von knoblauchartigem Geruch, leichter als Wasser, siedet bei 82° , löst sich wenig in Wasser, ist mit Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischbar, lässt sich entzünden, wird durch Quecksilberoxyd, nicht durch Alkalien zerlegt.

Neutrale Aethyloxydsalze. Naphthen.

Salpetrigsaures Aethyloxyd, Salpeteräther, $\text{AeO} \cdot \text{NO}^3$. Vollkommen rein kann dieser Körper nur bereitet werden, wenn salpetrige Säure in Alkohol geleitet wird, wobei sich die Naphtha bei gehöriger Abkühlung sogleich abscheidet.

Die gewöhnlichen Darstellungsmethoden, wobei man Salpetersäure auf Alkohol einwirken lässt, liefern ueben salpetersaurem Aethyloxyd noch Aldehyd ($\text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 + \text{NO}^5 = \text{NO}^3 + 3\text{HO} + \text{H}^3\text{C}^4\text{O}$ und $\text{NO}^3 + \text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 = \text{HO} + \text{H}^5\text{C}^4\text{O} \cdot \text{NO}^3$).

Das reine salpetrigsaure Aethyloxyd ist blassgelb, dünnflüssig, von angenehmen Geruch (nach Reinetäpfeln) und süsslichem, brennendem Geschmack, spec. Gew. = 0,947 (bei $+15^{\circ}\text{C}$) siedet bei $16,4^{\circ}$, lässt sich leicht entzünden und verbrennt mit weisser, klarer Flamme.

Der auf gewöhnliche Weise dargestellte, aldehydhaltige Salpeteräther siedet bei 21° ; sein spec. Gew. ist = 0,888 (bei $+4^{\circ}$); er wird leicht sauer, entwickelt Stickstoffoxyd und zersprengt daher sehr leicht die Gefässe, in denen er aufbewahrt wird; besonders leicht geschieht diess in Berührung mit Wasser oder einer Alkalilösung; er löst

sich wenig in Wasser, lässt sich aber mit Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischen.

Ein Gemisch von aldehydhaltigem Salpeteräther und Weingeist wird in der Medicin unter dem Namen *Spiritus nitrico-aethereus*, *Spiritus nitri dulcis* angewendet.

Kohlensaures Aethyloxyd, *Kohlensäureäther*, $\text{AeO} \cdot \text{CO}^2$, wird bereitet, wenn man in sauerklee-saures Aethyloxyd so lange Kalium oder Natrium einträgt, als noch Gasentwicklung statt findet; dem so gebildeten dunkelrothen Brei setzt man Wasser zu, und erhält beim Destilliren auf der Oberfläche des Destillats die fragliche Verbindung; durch Rectification über Chlorcalcium und dann über Kalium oder Natrium erhält man sie rein.

Das kohlensaure Aethyloxyd ist eine farblose Flüssigkeit, von angenehmem, erfrischendem Geruche und aromatisch brennendem Geschmacke, spec. Gew. = 0,975 (bei 19^0) siedet bei 126^0 , ist unlöslich in Wasser, mit Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischbar, lässt sich nur schwer entzünden, und verbrennt mit blauer Flamme; durch Erwärmen mit einer alkoholischen Lösung von Aetzkali oder Aetznatron wird es in Alkohol und kohlensaures Alkali zersetzt.

Wie sich dieser Körper nach obiger Bereitungsweise bildet, ist bis jetzt noch unerklärt.

Kohlensaures Aethyloxyd-Chlorkohlenoxyd, *Chlorkohlensäureäther*, $\text{AeO} \cdot \text{CO}^2 + \text{CO} \cdot \text{Cl} = \text{H}^5\text{C}^6\text{O}^4\text{Cl}$, wird erhalten, wenn man Chlorkohlenoxyd (Phosgengas) in absoluten Alkohol leitet ($\text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 + \text{C}^2\text{O}^2 \cdot \text{Cl}^2 = \text{HCl} + \text{H}^5\text{C}^6\text{O}^4\text{Cl}$), und die entstandene ätherartige Verbindung über Bleioxyd und Chlorcalcium rectificirt.

Dieser Körper ist farblos, dünnflüssig, von erstickendem Geruch, reizt die Augen zu Thränen, spec. Gew. = 1,133 (bei 15^0), siedet bei 94^0 , wirkt nicht auf Pflanzenfarben, lässt sich entzünden und verbrennt mit grüner Flamme, wird durch Erwärmen mit Wasser oder mit concentrirter Schwefelsäure zerlegt.

Bringt man diesen Körper mit Aetzammoniak zusammen, so erhält man durch Destillation des Rückstandes der abgedampften Flüssigkeit das Urethan, $\text{H}^7\text{C}^6\text{N} \text{O}^4$ ($\text{H}^5\text{C}^6\text{O}^4\text{Cl} + 2 \text{H}^3\text{N}$

$= \text{H}^4\text{N} \text{Cl} + \text{H}^7\text{C}^6\text{N} \text{O}^4$; 1 At. Chlor ist durch 1 At H^2N ersetzt;) als eine krystallinische, wallrathähnliche Masse, die bei 100° schmilzt, bei 180° unzersetzt sich verflüchtigt, und in Wasser und Alkohol löslich ist, sie wird durch Alkalien zersetzt, kann als eine Verbindung von 2 At. Kohlensäureäther mit 1 At. Harnstoff angesehen werden, denn $\text{H}^{10}\text{C}^{10}\text{O}^6 + \text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2 = \text{H}^{14}\text{C}^{12}\text{N}^2\text{O}^8$; daher sein Name.

Essigsaures Aethyloxyd, *Essigäther*, *Essignaphtha*, $\text{AeO} \cdot \overline{\text{A}} = \text{H}^8\text{C}^8\text{O}^4$, wird am besten durch Destilliren von 16 Th. entwässertem Bleizucker, $4\frac{1}{2}$ Th. Alkohol und 6 Th. concentrirter Schwefelsäure oder von 10 Th. krystallisirtem, essigsaurem Natron, 6 Th. Weingeist ($83\frac{0}{100}$) und 15 Th. concentrirter Schwefelsäure bereitet; das Destillat wird über Kalkhydrat und Chlorcalcium rectificirt.

Das essigsaure Aethyloxyd ist eine farblose Flüssigkeit von angenehmem Geruch und Geschmack, spec. Gew. $= 0,89$ (bei 15°), siedet bei 74° ; lässt sich leicht entzünden und verbrennt mit gelber Flamme und saurem Geruch; für sich bleibt es unverändert, in Berührung mit Wasser säuert es allmählig; in Wasser ist es wenig löslich, leicht in Alkohol; durch Digestion mit ätzenden Alkalien oder Erden wird es in Essigsäure und Alkohol zerlegt.

Ein Gemeng von 1 Th. essigsaurem Aethyloxyd mit 3 Th. Weingeist wird in der Medicin unter dem Namen: *Spiritus acetico-aethereus*, *Spiritus anodynus vegetabilis*, angewendet.

Ameisensaures Aethyloxyd, *Ameisenäther*, $\text{AeO} \cdot \overline{\text{Fo}} = \text{H}^6\text{C}^6\text{O}^4$, wird durch Destillation von ameisensaurem Natron mit Alkohol und Schwefelsäure erhalten.

Es ist eine farblose Flüssigkeit, von gewürzhaftem, arrakähnlichem Geruche, spec. Gew. $= 0,912$, Siedepunkt $= 53,4^\circ$, löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, säuert in lufthaltigen Gefäßen, wird durch Alkalien zersetzt.

Sauerkleesaures Aethyloxyd, *Oxaläther*, $\text{AeO} \cdot \overline{\text{O}} = \text{H}^5\text{C}^6\text{O}^4$, wird durch Destillation von 4 Th. Sauerkleesalz, 4 Th. Weingeist ($90\frac{0}{100}$) und 5 Th. concentrirter Schwefelsäure bereitet.

Es ist farblos, wasserhell, ölartig, spec. Gew. $= 1,0929$ (bei $7,5^\circ$), siedet bei 184° , riecht aromatisch und zugleich etwas

knoblauchartig, ist in Alkohol und Aether löslich; in Berührung mit Wasser, Alkohol und vorzüglich mit Alkalien zerlegt es sich in Alkohol und Oxalsäure.

Citronensaures Aethyloxyd, Citronenäther, AeO .

$\text{Ci} = \text{H}^7\text{C}^8\text{O}^5$, wird dadurch erhalten, dass 90 Th. krystallisirter Citronensäure mit 110 Th. Weingeist und 50 Th. concentrirter Schwefelsäure so lange erhitzt werden, bis $\frac{1}{3}$ des Alkohols übergegangen ist; mischt man den Rückstand mit Wasser, so fällt das citronensaure Aethyloxyd als gelbliche öartige Flüssigkeit zu Boden, dieselbe riecht nach Baumöl, schmeckt bitter, spec. Gew. = 1,142 (bei 21°), bei 270° färbt es sich, und bei 280° destillirt es nur zum Theil unzersetzt über; es lässt sich entzünden, löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, wird durch Alkalien in Citronensäure und Alkohol zerlegt; durch Chlor nicht zersetzt.

Benzoësaures Aethyloxyd, Benzoëäther, $\text{AeO} = \text{Bz} = \text{H}^{10}\text{C}^{18}\text{O}^4$, wird durch Destillation von 4 Th. Alkohol, 2 Th. Benzoësäure und 1 Th. concentrirter Salzsäure erhalten.

Es ist farblos, von öartiger Consistenz, von schwachem, obstartigem Geruche, stechendem, aromatischem Geschmacke, spec. Gew. = 1,0539 (bei 10°), destillirt bei 209° unzersetzt über, löst sich nicht in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, lässt sich entzünden und verbrennt mit leuchtender rusender Flamme, wird in Berührung mit Alkalien zersetzt.

Bernsteinsaures Aethyloxyd, Bernsteinsäureäther, $\text{AeO} \cdot \text{Su} = \text{H}^7\text{C}^8\text{O}^4$, erhitzt man 10 Th. Alkohol, 10 Th. Bernsteinsäure und 5 Th. concentrirte Schwefelsäure, und versetzt die rückständige, braun gefärbte Flüssigkeit mit Wasser, so wird dadurch das bernsteinsaure Aethyloxyd ausgeschieden; dieses wird über Bleioxyd rectificirt; es ist dann farblos, von schwachem Geruch, brennendem und zugleich säuerlichem Geschmack, spec. Gew. = 1,036, siedet bei 214° ; wird durch Alkalien in Alkohol und Bernsteinsäure zerlegt.

Cyanursaures Aethyloxyd, Cyansäureäther, $3\text{AeO} + 2\text{H}^3\text{C}^6\text{N}^3\text{O}^6 = \text{H}^{21}\text{C}^{24}\text{N}^6\text{O}^{15}$, wird bereitet, wenn man in ein Gemisch von gleichen Theilen Alkohol und Aether Cyansäurehydrat leitet, bis nichts mehr davon aufgenommen wird, und dann 24 Stunden stehen lässt. Die Verbindung scheidet sich dann in farblosen, glänzenden Nadeln ab, sie ist geruch- und geschmacklos; unlöslich in kaltem Wasser, löslich in kochendem

Wasser und Alkohol, schwer löslich in kaltem Alkohol und Aether, schmilzt beim Erhitzen und lässt sich unzersetzt in offenen Gefässen sublimiren; in einer Retorte erhitzt, zerlegt sie sich in Cyanursäure und Alkohol; in Berührung mit Alkalien zerfällt sie in Alkohol, cyanursaures und cyansaures Kali.

Saure Salze des Aethyloxyds. Aethersäuren.

Doppelt schwefelsaures Aethyloxyd, *Aetherschwefelsäure*, *Weinschwefelsäure*, $\text{ÄeS}^2\cdot\text{H}$, entsteht, wenn man Aetherdämpfe in Schwefelsäurehydrat leitet; gewöhnlich bereitet man sie, wenn man Alkohol mit Schwefelsäure (von 1,85 spec. Gew.) mischt und dabei abkühlt, dann mit Wasser verdünnt und mit kohlensaurem Baryt oder Bleioxyd sättigt; das einfach schwefelsaure Salz scheidet sich aus, während schwefelsaures Aethyloxyd-Bleioxyd oder Baryt in Lösung bleibt; ersteres Doppelsalz zerlegt man durch Schwefelwasserstoff, letzteres durch Schwefelsäure; die vom Schwefelblei oder schwefelsaurem Baryt abfiltrirte Flüssigkeit muss im Vacuo neben Schwefelsäure concentrirt werden.

Das Doppelt schwefelsaure Aethyloxyd bildet eine farblose, ölige Flüssigkeit, ohne Geruch, von saurem Geschmack, röthet Lackmus, lässt sich mit Wasser und Alkohol in jedem Verhältnisse mischen; eine mit Alkohol verdünnte Aetherschwefelsäure giebt nicht eher Aether aus, als bis sie so weit concentrirt ist, dass sie bei 127° siedet; ist sie mit Wasser verdünnt, so giebt sie unter 126° nicht Aether, sondern Alkohol aus; in beiden Fällen bleibt eine wasserhaltigere Schwefelsäure zurück; ist die Aetherschwefelsäure so weit concentrirt, dass sie über 160° kocht, so wirken die Bestandtheile der Verbindung selbst auf einander, und es bildet sich schweflige Säure, ölbildendes Gas, Wasser und Kohle ($\text{H}^5\text{C}^4\text{O} + \text{HO} + 2\text{SO}^2 = 2\text{SO}^2 + 2\text{HC} + 4\text{HO} + 2\text{C}$).

Durch Neutralisation des doppelt schwefelsauren Aethyloxyds mit Basen erhält man Doppelsalze, *ätherschwefelsaure Salze*, welche aus 2 At. Schwefelsäure, 1 At. Aethyloxyd und 1 At. der hinzugefügten Basis bestehen; sie sind meist perlmutterglänzend, fettig anzufühlen, gröss-

tentheils krystallinisch, blättrig, enthalten alle Krystallwasser, ausser dem Kalisalze; dieses verlieren sie leicht im Vacuo über Schwefelsäure; ohne Ausnahme in Wasser und Alkohol auflöslich.

Beim Erhitzen zersetzen sie sich in schwefelsaures Aethyloxyd-Aetherol und Alkohol, schweflige Säure, ölbildendes Gas, Kohle und ein schwefelsaures Salz; mit gebranntem Kalk erhitzt, bilden sie schwefelsauren Kalk und schwefelsaures Aethyloxyd-Aetherol und Alkohol; erhitzt man sie an der Luft, so lassen sie sich entzünden. Beim Kochen ihrer wässrigen Lösung werden sie sehr langsam in Alkohol und doppelt schwefelsaure Salze zersetzt. Leitet man Chlorgas durch ihre Lösungen, so findet keine Art von Zersetzung statt.

Doppelt phosphorsaures Aethyloxyd, *Aetherphosphorsäure*, $\text{AeO} \cdot \text{P}^2\text{O}^5 \cdot 2\text{HO}$; wird bereitet, wenn man gleiche Theile Alkohol (von 95 $\frac{0}{100}$) und syrupdickes Phosphorsäurehydrat einige Zeit bis fast zum Sieden erhitzt, dann 24 Stunden stehen lässt, endlich in Wasser löst, mit kohlensaurem Baryt sättigt, und die vom phosphorsauren Baryt abfiltrirte Lösung mit Schwefelsäure versetzt; nach Entfernung des schwefelsauren Baryts dampft man die Flüssigkeit erst bei gelinder Wärme, dann im Vacuo ab.

Man erhält dann eine farblose, dicke, syrupartige Flüssigkeit, die sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischen lässt, Lackmus röthet, Eiweiss coagulirt, in verdünnter Lösung durch Kochen nicht zersetzt wird; die concentrirte Flüssigkeit entwickelt dagegen beim Sieden Alkohol und Aether und bei höherer Temperatur Weinöl, ölbildendes Gas und scheidet Kohle aus.

Diese Verbindung ist als eine c-Phosphorsäure anzusehen, welche 3 At. Basis sättigt, nemlich 1 At. Aethyloxyd und 2 At. eines anderen basischen Oxyds; so besteht der phosphorsaure Aethyloxyd-Baryt aus $2\text{BaO} \cdot \text{AeO} \cdot \text{P}^2\text{O}^5 + 12\text{HO}$.

Diese Doppelsalze, *ätherphosphorsaure Salze*, sind in Wasser, wenn auch zum Theil schwer, sämmtlich auflöslich; diese Lösungen werden durch Kochen nicht zersetzt; der trocknen Destillation unterworfen, wird das Aethyloxyd zersetzt, neben einem phosphorsauren Salze bleibt

etwas Kohle zurück. Mit Aetzkali gemengt entwickeln jene Salze beim Erhitzen theils Aether theils Alkohol.

Doppelt kohlensaures Aethyloxyd ist noch nicht im isolirten Zustande dargestellt worden; man kennt nur das kohlensaure Aethyloxyd-Kali, $\text{KO} \cdot \text{CO}^2 + \text{AeO} \cdot \text{CO}^2$, welches erhalten wird, wenn man geschmolzenes Kalihydrat in Alkohol löst und Kohlensäure hineiuleitet, den entstandenen Brei auf einem Filter mit Aether auswäscht, dann mit Alkohol, welcher das kohlensaure Aethyloxyd-Kali auflöst, das neutrale und saure kohlensaure Kali aber zurücklässt; aus der alkoholischen Lösung fällt man das fragliche Salz mittels Aether. Es bildet perlmutterglänzende Schuppen ohne Krystallwasser; wird durch Wasser sogleich in Alkohol und doppelt kohlensaures Kali zerlegt, giebt bei der trocknen Destillation eine ätherartige Flüssigkeit, brennbares Gas und hinterlässt Kohle und kohlensaures Kali.

Doppelt oxalsaures Aethyloxyd, *Weinoxalsäure*, $\text{AeO} \cdot \text{HO} + 2 \text{C}^2\text{O}^3 = \text{H}^5\text{C}^8\text{O}^7 + \text{HO}$, bildet sich, wenn man Oxaläther in Alkohol löst, und hierzu eine Lösung von geschmolzenem Kalihydrat in Alkohol bringt, so dass nur die Hälfte der Oxalsäure gesättigt wird; es entsteht Alkohol, oxalsaures Kali und oxalsaures Aethyloxydkali; letzteres zerlegt man durch Kieselflusssäure.

Dieser Körper stellt eine Flüssigkeit von saurem Geschmack und saurer Reaction dar, die schon in gelinder Wärme so wie beim freiwilligen Verdunsten in Alkohol und Sauerkleesäure zerfällt.

Die Verbindungen dieses Körpers mit Basen sind in Wasser leicht löslich und meist krystallisirbar.

Lässt man in eine alkoholische Lösung von Oxaläther allmählig Ammoniakgas treten, und filtrirt nach einigen Stunden die Flüssigkeit vom Niederschlage ab, und dampft erstere ein, so erhält man das oxalsaure Aethyloxyd-Oxamid, *Aetheroxamid*, *Oxamethan*, $\text{H}^7\text{C}^8\text{N O}^6 = \text{H}^2\text{C}^2\text{N O}^2 + \text{H}^5\text{C}^4\text{O} + \text{C}^2\text{O}^3$, (2 At. Oxaläther nehmen 1 At. Ammoniak auf, und bilden Alkohol und Oxamethan, nemlich $\text{H}^{10}\text{C}^{12}\text{O}^8 + \text{H}^3\text{N} = \text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 + \text{H}^7\text{C}^8\text{N O}^6$).

Das Oxamethan bildet farblose, fettglänzende Blätter, schmilzt bei 100° und sublimirt sich unverändert bei 220° in strahligen Blättchen, löst sich in Wasser und Weingeist, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben und Metallsalze; beim Kochen der wäss-

rigen Lösung zersetzt es sich in doppelt oxalsaures Ammoniak und Alkohol; wird überschüssiges Ammoniak mit ihm in Berührung gebracht, so zerfällt es in Oxamid und Alkohol, nemlich $H^3C^8N O^6 + H^3N = H^6C^4O^2 = H^4C^4N^2O^4$.

Doppelt kohlen Schwefelsaures Aethyloxyd, *Aethyloxyd-Bisulphocarbonat*, *Xanthogensäure*, $AeO \cdot HO + 2CS^2 = H^5C^6S^4O + HO$; trägt man in eine alkoholische Lösung von geschmolzenem Kalihydrat so viel Schwefelkohlenstoff, als sich darin auflösen vermag, so bildet sich das Kalisalz dieser Säure; dieses Salz wird trocknen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure zersetzt, und die ausgeschiedene saure Verbindung über Chlorcalcium entwässert.

Dieser Körper ist eine öartige, farblose Flüssigkeit, von eigenthümlichem, zwiebelartigem, höchst widrigem Geruche und scharfem Geschmacke; röthet Lackmus anfangs und bleicht es alsdann, lässt sich entzünden und verbrennt mit blauer Flamme, fängt schon über 24° an sich zu zersetzen; durch Erwärmen mit Wasser zerfällt er in Alkohol und Schwefelkohlenstoff, an der Luft zersetzt er sich und bedeckt sich mit einer weissen Kruste.

Dieser Körper zersetzt die kohlen sauren Salze unter Aufbrausen, nur seine Verbindungen mit Alkalien und alkalischen Erden sind in Wasser und Alkohol löslich, die Verbindungen mit den Oxyden der schweren Metalle unlöslich; sie sind meist von gelber Farbe, lassen sich an der Luft entzünden und verbrennen mit Funkensprühen; durch Glühen im verschlossenen Raume werden sie zersetzt.

Werden die löslichen Salze mit Wasser gekocht, so liefern sie Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff, kohlen saures und unterschwefligsaures Alkali, und ein Schwefelkohlenstoff-Schwefelmetall. Aus den löslichen Salzen wird durch verdünnte Säuren die Doppelsäure ausgetrieben; das Bleioxyd- und Kupferoxydulsalz wird weder durch verdünnte Schwefelsäure noch Schwefelwasserstoff zersetzt.

Doppelt weinsaures Aethyloxyd, *Aetherweinsäure*, $AeO \cdot HO + 2T = H^9C^{12}O^{11} + HO$, wird durch Erwärmen von Weinsäure in wasserfreiem Alkohol erzeugt; beim Verdunsten der Lösung scheidet sich

der fragliche Körper in langen, rhombischen Prismen aus; er ist geruchlos, von weniger saurem Geschmack als die Weinsäure, zieht aus der Luft Feuchtigkeit an, löst sich in Wasser und Alkohol, nicht in Aether, röthet Lackmus, zersetzt sich beim Erhitzen bis auf 165° in Wasser, Alkohol, Essigäther, Kohlensäure, flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen und hinterlässt Kohle; an der Luft kann er im trocknen Zustande entzündet werden; Zink und Eisen wird von der wässrigen Lösung unter Wasserstoffentwicklung aufgelöst.

Mit Basen entstehen lösliche Doppelsalze; z. B. $\text{BaO} \cdot \overline{\text{T}} + \text{AeO} \cdot \overline{\text{T}}$; durch Kochen der wässrigen Lösungen werden Alkohol und doppelt weinsaure Salze erzeugt; die Salze sind meist krystallisirbar und enthalten Krystallwasser, ausser dem Silbersalze; an der Luft lassen sie sich entzünden und verbrennen mit blauer Flamme; durch Glühen werden sie zersetzt; mit Kali giebt diese Säure kein Doppelsalz.

Doppelt traubensaures Aethyloxyd, *Aethertraubensäure*, $\text{AeO} \cdot 2 \text{HO} + 2 \overline{\text{U}} = \text{H}^9 \text{C}^{12} \text{O}^{11} + 2 \text{HO}$, wird auf ähnliche Weise, wie die vorhergehende Verbindung, dargestellt, und hat ähnliche Eigenschaften; in ihren Salzen sind die 2 At. Wasser durch 1 At. Basis vertreten.

Theorie der Aetherbildung.

Nachdem die Zusammensetzung des Alkohols und des Aethers genauer eruirt worden war, und eine Vergleichung derselben ergab, dass der letztere gerade 1 At. Wasser weniger enthalte, als der Alkohol, so lag keine Ansicht über die Entstehung des Aethers aus Schwefelsäure und Alkohol näher, als die, dass dem Alkohol durch die Schwefelsäure vermöge ihrer grossen Verwandtschaft zum Wasser dies eine Atom Wasser entzogen und so der Aether gebildet werde. Allein sehr bald fand man, dass sich die Aetherbildung nicht auf eine so einfache Weise erklären lasse, da Substanzen, wie die ätzenden Alkalien, Chlorcalcium, salpetersaurer Kalk, Chlormagnesium und andere, die sich durch ihre grosse Verwandtschaft zum Wasser auszeichnen, aus dem Alkohol keinen Aether bilden können.

Als daher Hennel dargethan hatte, dass sich bei der Aetherbereitung immer *Weinschwefelsäure* bilde, diese

aber keine Unterschweifelsäure enthalte, und bis zu einer Temperatur zwischen 126° bis 160° erhitzt, Aether entwickele; leitete er die Entstehung des Aethers daher, dass ein Theil Schwefelsäure sich mit dem Aethyloxyd des Alkohols zu Weinschwefelsäure, ein anderer Theil aber mit dem Wasser verbinde, und nun erst durch Zersetzung der Weinschwefelsäure in höherer Temperatur der Aether als Zersetzungsproduct jener Säure auftrete.

Später lehrten indessen vielfältige Versuche, dass ein und dieselbe Quantität Schwefelsäure bei Zuführung immer frischen Alkohols fortwährend von Neuem den Alkohol in Aether umwandeln konnten; namentlich zeigte Mitscherlich, dass, wenn Alkohol und Schwefelsäurehydrat in einem solchen Verhältnisse gemischt wurden, dass die Flüssigkeit gegen 140° kochte, auf Zuführung neuen Alkohols dieselbe Quantität Schwefelsäure zur Bereitung einer unendlichen Menge Aether dienen konnte, und dass dabei in einer sorgfältig abgekühlten Vorlage sich mit dem Aether Wasser in einem solchen Verhältnisse condensire, wie diese Körper im Alkohol enthalten sind. Mitscherlich schreibt daher die Entstehung des Aethers aus Alkohol und Schwefelsäure einer *Contactwirkung*, Berzelius einer *katalytischen Kraft* zu.

Liebig, der eine sehr grosse Anzahl lehrreicher Versuche über die Aetherbildung angestellt hat, nahm die Hennel'sche Ansicht wieder auf, und erklärt das gleichzeitige Uebergehen von Wasser und Aether dadurch, dass Wasser aus der verdünnter gewordenen Schwefelsäure, vermöge seiner Tension, mit dem Aetherdampfe verdunste, und dass deshalb die rückständige Schwefelsäure allerdings im Stande sei, noch einige Zeit hindurch Aether aus Alkohol zu erzeugen.

Noch sind indessen die Acten über die Entstehung des Aethers aus jenen Substanzen keineswegs geschlossen; so tritt z. B. Rose der hier nur kurz angedeuteten Ansicht Liebig's über die Aetherbildung bei, schreibt aber die Zersetzung der Weinschwefelsäure nicht blos der zur Aetherbildung nöthigen, höhern Temperatur zu, sondern auch der Verwandtschaft des Wassers zur Schwefelsäure, wonach das Aethyloxyd als schwächere Base vom Wasser, das hier als stärkere Basis auftritt, ausgetrieben werde.

Constitution des Aethers und seiner Verbindungen.

Rücksichtlich der Constitution des Aethers und seiner Verbindungen war, wenigstens früher, eine von Dumas aufgestellte Ansicht ziemlich allgemein angenommen worden. Dumas hielt nemlich den Aether für das erste Hydrat einer dem ölbildenden Gas polymeren Kohlenwasserstoffverbiudung $= H^4C^4$, die er *Aetherin* nannte; der Alkohol war das zweite Hydrat dieses Radicals; das Aethylchlorür war salzsaures Aetherin $= H^4C^4 + HCl$; das essigsaure Aethyloxyd war essigsaures Aetherinhydrat $= H^4C^4 \cdot HO \cdot H^3C^4O^3$. Dumas hat diese Ansicht in neuerer Zeit selbst aufgegeben.

Aethionsäure und Isäthionsäure.

Leitet man in durch eine Kältemischung abgekühlten, wasserfreien Alkohol allmählig Dämpfe von wasserfreier Schwefelsäure, so bildet sich ein öartiges Liquidum, welches, mit Wasser verdünnt und mit kohlen-saurem Baryt gesättigt, schwefelsauren Baryt und ein lösliches Barytsalz liefert. Dampft man die Lösung des letzteren etwas ein, schlägt das Salz durch Alkohol nieder und versetzt die wässrige Lösung dieses Barytsalzes mit Schwefelsäure, so bleibt in Lösung eine Säure, die Aethionsäure, welche nur geringe Beständigkeit hat; denn sowohl frei als an Basen gebunden, verwandelt sie sich beim Kochen ihrer Lösung in Schwefelsäure und eine andere, dem doppelt schwefelsaurem Aethyloxyd isomere, Säure, in die Isäthionsäure. Letztere Säure entsteht auch, wenn man wasserfreien Aether mit wasserfreier Schwefelsäure sättigt, oder wenn man ölbildendes Gas mit wasserfreier Schwefelsäure in Berührung bringt; beim Kochen dieser Gemische mit Wasser erhält man sie mit Schwefelsäure (und schwefelsaurem Aethyloxyd-Aetherol) gemengt. Die Salze der Aethionsäure so wie die der Isäthionsäure hat man den schwefelsauren Aethyloxydsalzen isomer gefunden. Da die Salze der letztern Säure, mit Kalihydrat erhitzt, nicht die Zersetzungsproducte der Aethyloxyddoppelsalze geben, sondern Wasserstoffgas, kohlen-saures, oxals-aures, schweflig-saures und schwefelsaures Kali liefern, so nimmt man an,

dass diese Verbindung Unterschweifelsäure enthalte und ihre Zusammensetzung $= \text{H}^5 \text{C}^4 \text{O}^2 \cdot \text{S}^2 \text{O}^5$ sei.

Die Isäthionsäure, *Aetherunterschweifelsäure*, bereitet man durch Zersetzung des isäthionsauren Baryts mit Schwefelsäure; im luftleeren Raume über Schwefelsäure abgedampft, bildet sie eine farblose, öartige Flüssigkeit, von saurem Geschmack und saurer Reaction; sie lässt sich leicht mit Alkohol und Aether mischen, kann bis 150° ohne Zersetzung erhitzt werden, und schwärzt sich über dieser Temperatur. Diese Säure zerlegt alle Salze organischer Säuren, sie treibt sogar Salzsäure aus den Alkalichloriden aus; ihre Salze sind ohne Ausnahme in Wasser löslich und meistens krystallisirbar; bis 250° können sie erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen.

Aetherol, Aetherin. Weinöle.

Erhitzt man in einer Retorte eine concentrirte Lösung von doppelt schwefelsaurem Aethyloxyd oder ein trocknes Doppelsalz dieser Art, so erhält man in der Vorlage eine öartige Flüssigkeit, schwefelsaures Aethyloxyd-Aetherol, *ätherschwefelsaures Aetherol*, *schweres Weinöl*, $\text{AeO} \cdot \text{SO}^3 + \text{H}^4 \text{C}^4 \cdot \text{SO}^3$. Derselbe Körper bildet sich auch, wenn wasserfreie Schwefelsäure mit wasserfreiem Aether in Berührung gebracht wird ($4 \text{SO}^3 + \text{H}^{15} \text{C}^{12} \text{O}^3 = \text{H}^5 \text{C}^4 \text{O} \cdot \text{HO} \cdot 2 \text{SO}^3 + \text{H}^9 \text{C}^8 \text{O} \cdot 2 \text{SO}^3$). Man bereitet sich die fragliche Verbindung am besten durch Erhitzen eines schwefelsauren Aethyloxydsalzes mit ungefähr der gleichen Menge gebrannten Kalks, wobei jedoch die Temperatur nicht 280° übersteigen darf.

Die destillirte, durch Schwefelsäure vom Alkohol befreite, Flüssigkeit ist farblos, öartig, schwerer als Wasser, von durchdringendem, aromatischem Geruch, und der Pfeffermünze ähnlichem, kühlendem Geschmack; sie lässt sich im wasserfreien Zustande bei 280° unzersetzt verflüchtigen, löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben; Kalium erhält sich darin bei gewöhnlicher Temperatur unverändert.

Erhitzt man das schwefelsaure Aethyloxyd-Aetherol mit Wasser oder bringt es mit einer wässrigen Alkalilösung in Berührung, so entsteht doppelt schwefelsaures Aethyloxyd und schwefelsäurefreies Aetherol, *leichtes Weinöl*,

H^4C^4 . Letzteres bildet, nachdem es über Chlorcalcium entwässert worden ist, eine farblose, öartige Flüssigkeit, von aromatischem Geruch; es leitet Electricität nicht, spec. Gew. 0,921, verdickt sich bei -25° und erstarrt bei -35° , kocht bei $+280^\circ$; löst sich leicht in Aether und Alkohol, nicht in Wasser; lässt sich mit concentrirter Schwefelsäure in jedem Verhältnisse mischen.

Aus dem Aetherol scheiden sich bei längerem Stehen in der Kälte Krystalle von Aetherin, *Weinölkampher*, (dem ölbildenden Gase polymer) ab, welche, in Aether umkrystallisirt, lange, glänzende, harte Prismen bilden, die geschmacklos sind und zwischen den Zähnen knirschen, bei 110° schmelzen, bei 260° sublimiren und sich in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser lösen.

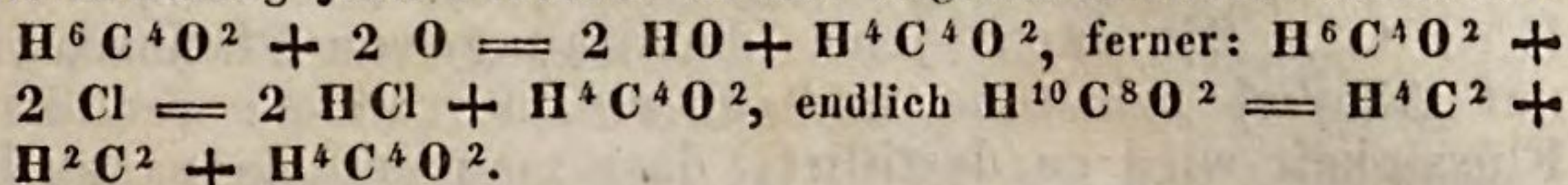
Weinöl, *Oleum vini*, wird auch der bei der früheren unvollkommenen Aetherbereitung sich bildende öartige Körper genannt, der ein Gemeng mehrerer Kohlenwasserstoffarten zu sein scheint.

Acetyl. H^3C^4 .

Unter den Oxydationsproducten des Alkohols und Aethers finden sich drei Körper, in denen noch aller Kohlenstoff des Aethyls enthalten ist. Man hat in denselben ein organisches Radical angenommen, welches um 2 Aequivalente Wasserstoff ärmer ist, als das Aethyl; dieses Radical ist Acetyl, *Aldehyden*, genannt werden. Es ist selbst so wie seine erste Oxydationsstufe im isolirten Zustande unbekannt, kann aber mit Chlor, Brom und Jod verbunden werden. Die drei bekannten Verbindungen dieses Radicals mit Sauerstoff sind:

Acetyloxydhydrat, *Aldehyd*, *unteracetylige Säure*, *schwerer Sauerstoffäther*, $AO \cdot HO = H^4C^4O^2$. Dieser Körper bildet sich vorzüglich bei der Behandlung von Alkohol oder Aether mit Körpern, die den Sauerstoff leicht abgeben, z. B. durch Destillation von Weingeist, Braunstein und concentrirte Schwefelsäure, durch Behandlung von Weingeist mit doppelt chromsaurem Kali und Schwefelsäure, durch Einwirkung von Chlor oder Salpetersäure auf das Aethyloxyd und sein Hydrat; auch erzeugt es sich, wenn Aetherdämpfe durch eine schwachrothglühende Glasröhre geleitet werden.

Die Erklärung jener Processe ist aus folgenden Formeln ersichtlich:



Zur Darstellung des Acetyloxydhydrats rectificirt man die destillirten Flüssigkeiten über Chlorcalcium, löst sie in der doppelten Menge Aether auf, und leitet trocknes Ammoniakgas durch die Flüssigkeit; das sich ausscheidende Acetyloxydammoniak wird durch wässrige Säuren zersetzt, und das dabei sich ausscheidende Oxydhydrat destillirt und über Chlorcalcium entwässert.

Dieser Körper ist farblos, wasserhell, dünnflüssig, von geringer, lichtbrechender Kraft, durchdringendem, erstikendem Geruche, spec. Gew. = 0,79, Siedepunkt = 21,8°; mit Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischbar, so wie auch mit heissem Wasser, löst Jod, Schwefel und Phosphor auf, wirkt nicht auf Pflanzenfarben; es lässt sich leicht entzünden und verbrennt mit leuchtender Flamme, geht an der Luft und im Sonnenlichte unter Sauerstoffabsorption bald in Essigsäurehydrat über.

Bringt man das Acetyloxydhydrat mit Ammoniakgas in Berührung, so scheiden sich grosse spitze Rhomboëder von Acetyloxydammoniak aus: dieselben sind hart, brechen das Licht stark, riechen terpenthinähnlich, sind schmelzbar, und verflüchtigen sich unzersetzt bei 100°, lösen sich in Wasser und Alkohol, bräunen Curcumäpapier, verbrennen entzündet mit gelber Flamme; färben sich an der Luft und im verschlossenen Raume und entwickeln dabei den Geruch nach verbrannten Federn.

Beim Aufbewahren verwandelt sich das Acetyloxydhydrat in zwei ihm isomere Körper, einen festen (Metaldehyd) und einen flüssigen (Elaldehyd).

Wird eine wässrige Lösung von Acetyloxydhydrat mit kaustischen fixen Alkalien digerirt, so scheidet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein brauner Körper aus, der sich in Faden ziehen lässt, das sogenannte Aldehydharz; dasselbe entsteht auch durch längere Einwirkung von Aetzkali auf Alkohol; es ist in Alkohol und verdünnter Kalilauge löslich.

Setzt man Alkoholdämpfe fein vertheiltem Platin und Luft aus, so bildet sich neben Aldehyd, Essigsäure und Essigäther eine Verbindung von Aethyloxyd mit Acetyloxyd-

hydrat, das sogenannte *Acetal*, *Sauerstoffäther*, $\text{H}^9\text{C}^8\text{O}^3$. Die durch jene Einwirkung von Platinschwarz auf Alkohol erhaltene und über Chlorcalcium rectificirte Flüssigkeit wird so destillirt, dass man erst dann das Uebergehende auffängt, wenn der Siedepunkt der Flüssigkeit auf 94° gestiegen ist; das alsdann Ueberdestillirende ist *Acetal*, eine farblose, dünne Flüssigkeit, von einem, dem Ungarwein ähnlichem Geruch, spec. Gew. = 0,823, siedet bei $95,2^\circ$; in Wasser und Alkohol löslich; mit ätzenden Alkalien digerirt, scheidet es braunes Aldehydharz ab.

Letzteres ist der Grund, warum man es jetzt für eine Verbindung von Acetyloxydhydrat mit Aethyloxyd $= \text{H}^5\text{C}^4\text{O} + \text{H}^4\text{C}^4\text{O}^2$, und nicht mehr, wie früher, für basisch essigsaures Aethyloxyd $= 3 \text{H}^5\text{C}^4\text{O} + \text{H}^3\text{C}^4\text{O}^3$ ansieht.

Digerirt man Acetyloxydhydrat mit Silberoxyd, so wird ein Theil des Silberoxyds ohne Sauerstoffentwicklung reducirt und zugleich eine Verbindung von Silberoxyd mit einer höheren Oxydationsstufe des Acetyls gebildet; durch Zersetzung dieses Silbersalzes mit Schwefelwasserstoff erhält man die

Acetylige Säure, *Aldehydsäure*, *Aethersäure*, *Lampensäure*, $\text{H}^3\text{C}^4\text{O}^2 + \text{HO}$; dieselbe entsteht auch bei Einwirkung von glühendem Platin auf Alkohol und Aetherdämpfe (in der Lampe ohne Flamme), oder wenn Aetherdämpfe durch schwachglühende Glasröhren geleitet werden. Sie bildet eine farblose Flüssigkeit, von stechend saurem Geruch, röthet Lackmus; durch Alkalien wird sie in Essigsäure und Aldehydharz (?) zerlegt; mit sauerstoffreichen Körpern in Berührung gebracht, verwandelt sie sich schnell in

Acetylsäure, $\text{H}^3\text{C}^4\text{O}^3 = \text{Essigsäure}$. (S. S. 187.)

Die durch die Davy'sche Glühlampe aus Alkohol oder Aether erzeugte Flüssigkeit enthält acetylige Säure, gemengt mit Acetylsäure und Ameisensäure.

Durch Einwirkung von Chlor, Brom, Jod und anderen Elementen auf Alkohol, Aether und Naphthen hat man noch eine grosse Anzahl von Zersetzungsproducten dargestellt, deren chemische Constitution in theoretischer Hinsicht noch sehr ungewiss ist; es sind theils Acetylverbindungen, theils Verbindungen, in welchen bald Sauer-

stoff- bald Wasserstoffatome durch äquivalente Mengen anderer Elemente ersetzt sind; hieher gehören z. B. das *Chloral*, $\text{H C}^4\text{Cl}^3\text{O}^2$, die *Chloracetylsäure*, $\text{C}^4\text{Cl}^3\text{O}^3 + \text{H O}$, *Acetyloxychlorid*, $\text{H}^3\text{C}^4\text{Cl}^2\text{O}$, und viele andere Körper.

Methyl. H^3C^2 .

Das Methyl bildet eine den Aethylverbindungen in jeder Hinsicht vollkommen parallel laufende Reihe von Körpern; es ist das hypothetische Radical des (S. 294 erwähnten) Holzgeistes und Holzäthers. Der Holzgeist ist nemlich, gleich dem Weingeiste, als Hydrat des Oxyds dieses Radicals anzusehen und das Mesit als essigsaures Methyloxyd.

Man erhält das Methyloxyd, $\text{H}^3\text{C}^2\text{O}$, aus dem Holzgeiste, ganz so wie das Aethyloxyd aus dem Weingeiste. Man erhitzt nemlich 1 Th. reinen wasserfreien Holzgeist mit 4 Th. concentrirter Schwefelsäure, und fängt das entwickelte Gas über Quecksilber auf, und behandelt es durch Kalihydrat, bis sich sein Volumen nicht mehr vermindert.

Das Methyloxyd ist ein farbloses Gas, welches bei -16° noch nicht flüssig wird, spec. Gew. 1,617; es riecht ätherartig, wird von Holzgeist, Alkohol und Wasser absorbirt; letzteres nimmt davon einen Aethergeruch und beissenden, pfefferartigen Geschmack an; von concentrirter Schwefelsäure wird es ebenfalls absorbirt, durch Wasser aber wieder ausgetrieben.

Dieser Körper vereinigt sich, wie das Aethyloxyd, mit Säuren zu sauren und neutralen Salzen; sein Sauerstoff kann, wie der des Aethyloxyds, durch andere sehr negative Elemente oder Radicale vertreten werden. Alle diese Verbindungen zeigen ein denen des Aethyls ganz ähnliches Verhalten. Es reiche daher hin, hier nur eine Zusammenstellung dieser Verbindungen zu geben, um die grosse Analogie dieses Radicals mit dem Aethyl darzuthun.

Methyl	H^3C^2
Methyloxyd	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O}$
Methyloxydhydrat	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} . \text{H O}$
Methylchlorür	$\text{H}^3\text{C}^2\text{Cl}$
Methyljodür	$\text{H}^3\text{C}^2\text{J}$

Methylfluorür	$\text{H}^3\text{C}^2\text{Fl}$
Methylsulphür	$\text{H}^3\text{C}^2\text{S}$
Methylsulphür-Schwefelwasserstoff	$\text{H}^3\text{C}^2\text{S} \cdot \text{H S}$
Methylcyanür	$\text{H}^3\text{C}^2 \cdot \text{C}^2\text{N}$

Neutrale Methyloxydsalze.

Salpetersaures Methyloxyd .	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{N O}^5$
Schwefelsaures Methyloxyd .	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{S O}^3$
Kohlensaures Methyloxyd -	
Chlorkohlenoxyd	$\text{H}^3\text{C}^4\text{O}^4\text{Cl}$
Essigsaures Methyloxyd (<i>Mesit</i>)	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{H}^3\text{C}^4\text{O}^3$
Ameisensaures Methyloxyd .	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{H C}^2\text{O}^3$
Sauerkleesaures Methyloxyd	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{C}^2\text{O}^3$
Sauerkleesaures Methyloxyd -	
Oxamid	$\text{H}^2\text{C}^2\text{N O}^2 + \text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{C}^2\text{O}^3$
Benzoësaures Methyloxyd .	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{H}^5\text{C}^{14}\text{O}^3$
Cyanursaures Methyloxyd .	$3 (\text{H}^3\text{C}^2\text{O}) + 2 (\text{H}^3\text{C}^6\text{N}^3\text{O}^6)$

Saure Salze des Methyloxyds.

Doppelt schwefelsaures Methyloxyd	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{HO} + 2\text{S O}^3$
Doppelt kohlensaures Methyloxyd -	$\text{K O} \cdot \text{CO}^2 + \text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot$
Kali	CO^2
Doppelt kohlenschwefelsaures Me-	
thyloxyd	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{HO} + 2\text{CS}^2$
Doppelt weinsaures Methyloxyd .	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot \text{HO} +$
	$2 \text{H}^2\text{C}^4\text{O}^5$
Doppelt traubensaures Methyloxyd	$\text{H}^3\text{C}^2\text{O} \cdot 2 \text{HO} +$
	$2 \text{H}^2\text{C}^4\text{O}^5$

Den Aethyloxydsalzen analoge Verbindungen von Methyloxyd mit Phosphorsäure, Kohlensäure, salpetriger Säure und Citronensäure sind nicht bekannt.

Formyl. H C^2 .

Das Formyl ist ein noch nicht isolirtes Radical, welches zum Methyl in demselben Verhältnisse steht, wie das Acetyl zum Aethyl, denn auch rücksichtlich seiner Zersezungsproducte bietet das Methyl die grössten Analogien mit dem Aethyl dar.

Setzt man z. B. Holzgeistdämpfe der Einwirkung von Platinschwamm und atmosphärischer Luft aus, so erhält

man ebenfalls eine saure Flüssigkeit, die Ameisensäure enthält; diese verhält sich zum Methyl, wie die Essigsäure zum Aethyl, denn $\text{H}^3\text{C}^2\text{O} + 4\text{O} = 2\text{HO} + \text{H}\text{C}^2\text{O}^3$. Man nimmt daher in der Ameisensäure das Radical Formyl, HC^2 , an und nennt diese Säure nun Formylsäure.

Ein Formyloxydhydrat und eine formylige Säure sind indessen nicht bekannt. Das Formyloxydhydrat kann man jedoch als im Formal, *Formacethylol*, enthalten annehmen, so wie man glaubt, dass das Acetal, aus Acetyloxydhydrat und Aethyl bestehe.

Das Formal, $\text{H}^8\text{C}^6\text{O}^4$, ist nach dieser Hypothese aus 2 At. Methyloxyd und 1 At. Formyloxydhydrat $= \text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 \cdot \text{H}^2\text{C}^2\text{O}^2$, zusammengesetzt.

Das Formal bildet sich durch Behandlung des Holzgeistes mit Braunstein und Schwefelsäure; es ist eine farblose Flüssigkeit von durchdringendem Geruche, die bei 42° siedet, mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar ist.

Formylsäure, $\text{H}\text{C}^2\text{O}^3 = \text{Ameisensäure}$, (s. S. 190).

Man kennt mehrere Verbindungen des Formyls, in welchen der Sauerstoff der Formylsäure durch äquivalente Mengen von Chlor, Brom, Jod, Schwefel ersetzt ist.

Zersetzungsproducte organischer Körper von unbestimmten Radicalen.

Zersetzung organischer Körper durch erhöhte Temperatur und Wasser.

Es sind schon in dem Obigen mehrere Beispiele namhaft gemacht worden von organischen Substanzen, welche durch Behandlung mit siedendem Wasser eine Umsetzung ihrer Bestandtheile erleiden: ja ist es schon aus der anorganischen Chemie bekannt, dass einzelne dahin gehörige Körper schon in der Siedehitze des Wassers bald ihre physischen bald ihre chemischen Eigenschaften verändern, oder wohl auch vollkommen sich zersetzen. Das Kupferoxydhydrat verliert beim Kochen mit Wasser sein Hydratwasser; das Wasserstoffhyperoxyd, die Nitroschwefelsäure zersetzen sich schon weit unter dem Siedepunkte des Wassers.

Es ist in dem Obigen gezeigt worden, wie leicht vorzüglich in organischen Körpern das Gleichgewicht in der Zusammensetzung ihrer Elemente durch die geringsten Agentien gestört wird; es ist daher nicht zu verwundern, dass eine erhöhte Temperatur und das bald als Base bald als Säure auftretende Wasser in organischen Körpern so leicht Metamorphosen hervorzubringen im Stande sind. So wie das Kupferoxydhydrat durch Kochen in Wasser und reines Oxyd zerlegt wird, zerfällt die Mekonsäure beim Sieden ihrer Lösung in Wasser, Kohlensäure und Komensäure.

Häufiger aber noch finden wir, dass, wenn organische Substanzen mit Wasser einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden, bei Umwandlung des Körpers Wasser aufgenommen wird; so zersetzt sich das Oxamid, wenn es mit Wasser bis 200° erhitzt wird, unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak und Sauerkleesäure, das Asparagin bei 150° in Ammoniak und Asparaginsäure, die Oxalursäure bei 100° in Sauerkleesäure und sauerkleesauren Harnstoff (S. S. 372 Oxalursäure), Harnsäure bei 200° in Ammoniak und eine gelbe, unlösliche Säure, Rohrzucker und Stärkmehl bei 200° in Dextrin und Krümelzucker.

Es ist klar, dass es bei diesen Umwandlungsprocessen bloß auf eine Störung des Gleichgewichts in den Anziehungen der Radicale und Elemente ankommt, aus welchen die organischen Substanzen zusammengesetzt sind; denn wir finden, dass alle diese Zersetzungsprocesse auch durch stärker wirkende Agentien, als das Wasser, d. h. vorzüglich durch Säuren und Alkalien bedingt werden; diese Körper wirken meist wohl nicht durch ihre eigne Verwandtschaft zu den Bestandtheilen jener Materien, sondern machen in den Elementen der organischen Substanz nur andere Affinitäten rege, als wodurch ihr chemischer Zusammenhang erhalten wurde.

Die meisten Pflanzenstoffe, namentlich der Faserstoff und das Stärkmehl werden durch längeres Kochen in Gummi, Dextrin verwandelt.

Dextrin, *Stärkmehlgummi*, ist dem Stärkmehl so wie den übrigen Gummiarten (S. S. 214) isomer; es bildet sich sehr leicht bei der Behandlung von Stärke oder Pflanzenfaser mit erwärmter, verdünnter Schwefelsäure, oder durch Digestion von Stärke mit Wasser und Malz oder Diastase bei $+ 70^{\circ}$.

In seinen allgemeinen Eigenschaften stimmt es völlig mit den natürlichen Gummiarten überein; es unterscheidet sich von denselben nur dadurch, dass es von Bleiessig und Zinnchlorür sogleich gefällt wird, nicht aber von Eisenchlorid; und dass es mit Salpetersäure digerirt keine Schleimsäure sondern Sauerkleesäure liefert; seinen Namen hat es daher, dass seine wässrige Lösung die Polarisationsebene des Lichts nach Rechts dreht.

Ein Stoff, der, gleich dem Gummi aus vegetabilischen Substanzen, sich durch Kochen der verschiedenartigsten,

thierischen Körper mit Wasser erzeugt, ist der Leim, die Gallerte. Die Bildung des Leims aus jenen thierischen Stoffen ist zur Zeit noch unerklärt. Man hat zwei Leimarten unterschieden und die eine *Knochenleim*, die andere *Knorpelleim* genannt.

Knochenleim, *Tischlerleim*, *Colla*, $H^{10}C^{13}N^2O^5$, kommt in der Hausenblase vielleicht schon gebildet vor; er wird aber meist durch längeres oder kürzeres Kochen von Knochen, Sehnen, Häuten, Hirschhorn und Kalbsfüssen erzeugt, ohne dass dabei eine Gasentwicklung statt findet; durch wiederholtes Auflösen in kochendem Wasser und Filtriren wird dieser Leim von Eiweiss, Schleim und Extractivstoffen getrennt.

Der *Knochenleim* stellt getrocknet farblose, harte, durchsichtige Stücken dar; in kaltem Wasser erweicht er, quillt auf und verliert seine Durchsichtigkeit; in heissem Wasser löst er sich zu einer klaren, schleimigen Flüssigkeit auf, aus der er sich beim Erkalten als farblose Gallerte ausscheidet; durch oft wiederholtes Auflösen in heissem Wasser verliert er die Eigenschaft zu gelatiniren; er ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, fängt jedoch an der Luft bald an zu säuren; in Alkohol, Aether und Oelen ist er unlöslich. Aus seinen wässrigen Lösungen wird der *Knochenleim* gefällt: durch Chlor, Quecksilberchlorid, schwefelsaures Platin oxyd, Platinchlorid, Gerbsäure und Alkohol; dagegen wird er nicht gefällt durch Salzsäure, Essigsäure, Bleizucker, Alaun, schwefelsaure Alaunerde und schwefelsaures Eisen oxyd.

Trockner Leim erweicht beim Erhitzen, bläht sich auf und entwickelt Horngeruch. Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, liefert der Leim hauptsächlich Leucin, mit Salpetersäure Zuckersäure, Sauerkleesäure, talgartiges Fett und künstlichen Gerbstoff; mit ätzenden Alkalien Leimzucker.

Knorpelleim, *Chondrin*, $H^{26}C^{32}N^4O^{14}$, erzeugt sich durch 12 bis 18stündiges Kochen der permanenten Knorpel (ausser Faserknorpel); gereinigt wird er wie der *Knochenleim*.

Er ist meist farbloser als der letztere; stimmt aber in den meisten Eigenschaften mit dem *Knochenleim* überein; er wird durch dieselben Reagentien gefällt, wie dieser,

ausserdem aber auch noch durch Essigsäure, Bleizucker, Alaun, schwefelsaure Alaunerde und schwefelsaures Eisenoxyd; der durch Essigsäure entstandene Niederschlag wird im Ueberschuss der Säure nicht aufgelöst.

Nach Mulder lassen sich die Leimarten als Verbindungen verschiedener Mengen von Blausäure mit demselben Radicale betrachten
 nemlich Chondrin $= H^{22} C^{24} O^{14} + 4 H C^2 N = H^{26} C^{32} N^4 O^{14}$,
 Colla $= H^{22} C^{24} O^{14} + 6 H C^2 N = H^{28} C^{36} N^6 O^{14}$.

Zersetzungsproducte organischer Körper durch Salpetersäure.

Es ist schon (S. 314) dargethan worden, dass sich bei Einwirkung der Salpetersäure auf organische Körper meist Oxyde einfacherer Kadicale bilden, und durch Oxydation des Wasserstoffs in der Regel kohlenstoffreichere Verbindungen entstehen. Daher findet man, dass am häufigsten bei solchen Zerstörungsprocessen die ganz wasserstofffreie Sauerkleesäure erzeugt wird, indem sich aller Wasserstoff der organischen Substanz mit dem Sauerstoff der Säure zu Wasser verbindet und nun ein Oxyd des Kohlenstoffs entsteht. Namentlich wird die (S. 191 beschriebene) Sauerkleesäure aus solchen organischen Substanzen erzeugt, die schon den Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse enthalten, dass sie Wasser bilden können; es findet also hier eine einfache Oxydation des Kohlenstoffs statt, wobei sich Kohlenoxyd und Kohlensäure zu Sauerkleesäure *in statu nascenti* verbinden.

Indessen vermag die Salpetersäure auch durch ihre blossе Berührung mit organischen Substanzen dieselben oft umzuwandeln, ohne dass sie selbst eine Veränderung erleidet; diess ist z. B. der Fall bei der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf Stärkmehl oder Holzfaser, wo sich das *Xyloidin* erzeugt, eine Substanz, in welcher 1 At. Wasser des Stärkmehl durch 1 At. Salpetersäure vertreten zu sein scheint.

Unter den Zersetzungsproducten, die sich durch Einwirkung von Salpetersäure auf verschiedene organische Substanzen erzeugen, verdienen etwa folgende hier einer besondern Erwähnung.

Zuckersäure.

Die Zuckersäure, *Pseudoäpfelsäure*, *Hydroxalsäure*, entsteht durch Einwirkung von verdünnter Salpetersäure auf Rohr- oder Traubenzucker; man bereitet sie durch Erhitzen von 1 Th. Zucker, 2 Th. Salpetersäure und 10 Th. Wasser; die mit Kalk gesättigte Flüssigkeit wird mit Bleizucker versetzt, und das gefällte Bleisalz durch Schwefelwasserstoff zerlegt.

Sie bildet im concentrirten Zustande eine syrupdicke Flüssigkeit, die nur schwierig Krystalle absetzt; sie schmeckt und reagirt sauer, lässt sich mit Wasser und Alkohol in jedem Verhältnisse mischen, löst Zink und Eisen unter Wasserstoffentwicklung auf, schlägt Baryt und Silbersalze nicht nieder, zersetzt sich beim Erhitzen, liefert mit Salpetersäure digerirt Kohlensäure und Sauerkleesäure, schimmelt in wässriger Lösung leicht.

Ihre Salze sind meist in Wasser löslich; diese Säure kann mehr als ein Atom Basis sättigen.

Ueber ihre Zusammensetzung ist man noch nicht ganz im Klaren; Liebig nimmt ihr Hydrat als zusammengesetzt an $= H^5 C^{12} O^{10} + 5 H O$; in den meisten Salzen sind 2 oder 3 Atome Wasser durch gleich viel Atome fixer Basis ersetzt; in einem Bleisalze findet man aber alle 5 At. Wasser durch 5 At. Bleioxyd vertreten.

Schleimsäure. $H^4 C^6 O^7$.

Die Schleimsäure, *Milchzuckersäure*, entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Milchzucker, Gummi und Gallenzucker.

Ein Atom krystallisirter Milchzucker nimmt 6 At. Sauerstoff von der Salpetersäure auf und bildet 2 At. Schleimsäurehydrat $= H^{12} C^{12} O^{12} + 6 O = 2 (H^4 C^6 O^7 + H O)$.

Man erhält die Schleimsäure rein durch Digestion von 1 Th. Milchzucker mit 4 Th. des ersten Hydrats der Salpetersäure und 1 Th. Wasser; sie bildet ein blendend weisses, krystallinisches Pulver, von schwach säuerlichem Geschmack, löst sich nur wenig in kochendem Wasser, nicht in Alkohol; zersetzt sich beim Erhitzen und liefert *Brenzschleimsäure*, $H^3 C^{10} O^5$ ($2 \text{ At. } H^4 C^6 O^7 = 2 C O^2 + 5 H O + H^3 C^{10} O^5$).

Ihre Salze sind unlöslich in Wasser ausser den Alkalisalzen. Mit Aethyloxyd bildet sie einen Aether.

Nach Liebig ist sie eine zweibasische Säure $= \text{H}^8 \text{C}^{12} \text{O}^{14} + 2 \text{H O}$.

Camphersäure. $\text{H}^7 \text{C}^{10} \text{O}^3$.

Diese Säure bildet sich beim Erhitzen von Campher mit Salpetersäure in Destillationsgefässen ($\text{H}^8 \text{C}^{10} \text{O} + 3 \text{O} = \text{H O} + \text{H}^7 \text{C}^{10} \text{O}^3$); sie krystallisirt in farblosen Blättchen oder Nadeln, schmeckt säuerlich bitter, verbreitet erst beim Erhitzen einen campherartigen, zugleich stechenden Geruch, schmilzt ohne Zersetzung, verflüchtigt sich aber nur zum Theil unzersetzt, löst sich in Wasser und Aether, leichter noch in Alkohol.

Ihre Salze zersetzen sich beim Erhitzen, und lassen sich an der Luft entzünden; viele derselben sind löslich und haben einen bittern, schwach gewürzhaften Geschmack.

Korksäure. $\text{H}^6 \text{C}^8 \text{O}^3$.

Bei der Digestion von Korkschnitzeln erzeugt sich ein gelbes, wachsartiges Fett, eine holzartige Substanz, Oxalsäure und eine eigenthümliche Säure, die sich als weisses Pulver ausscheidet. Letztere schmilzt bei 54° , wird in höherer Temperatur zersetzt und giebt dabei ein krystallinisches Sublimat; sie löst sich wenig in kaltem, leichter in heissem Wasser, schwer in Alkohol und Aether, röthet Lackmus. Ihre Salze werden durch Erhitzen zersetzt, sind meist schwer löslich, schmecken salzig.

Zersetzungsproducte der Harnsäure durch Salpetersäure.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Producte, die sich durch Zersetzung der Harnsäure mittels Salpetersäure bilden, muss die (S. 204) erwähnte Zersetzung der Harnsäure durch Bleihyperoxyd in Harnstoff, Allantoin und oxalsaures Bleioxyd im Auge behalten werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Harnstoff in der Harnsäure präformirt angenommen werden müsse, und demnach die Harnsäure aus Harnstoff und einem sauren Körper ($\text{H}^4 \text{C}^{10} \text{N}^4 \text{O}^6$

— $\text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2$) = $\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^4$ bestehe, der von Liebig mit dem Namen: *Urilsäure* belegt worden ist. Bei jener Zersetzung der Harnsäure durch Bleihyperoxyd nimmt man demzufolge an, dass der in der Harnsäure enthaltene Harnstoff unverändert bleibe, die Urilsäure aber durch Aufnahme von 2 At. Sauerstoff und 3 At. Wasser in *Sauerkleesäure* und *Allantoin* verwandelt werde.

Denkt man sich nemlich die Urilsäure ($\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^4$) aus 4 At. *Kohlenoxyd* und 2 At. *Cyan* zusammengesetzt, so bilden 2 At. Sauerstoff mit 4 At. Kohlenoxyd = 2 At. Sauerkleesäure, und 2 At. Cyan mit 3 At. Wasser = 1 At. Allantoin ($\text{C}^4\text{N}^2 + \text{H}^3\text{O}^3 = \text{H}^3\text{C}^4\text{N}^2\text{O}^3$).

Die hypothetische Annahme, dass die Harnsäure aus Harnstoff und Urilsäure zusammengesetzt sei, erleichtert die Erklärung der Processe, die bei Einwirkung der Salpetersäure auf Harnsäure beobachtet werden.

Alloxan, *erythriscche Säure*, $\text{H}^4\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^{10}$, entsteht, wenn in 4 Th. Salpetersäure (v. 1,42 — 1,5 spec. Gew.) allmählig 1 Th. trockne Harnsäure eingetragen wird; die ganze Flüssigkeit erstarrt endlich zu einer körnigen Masse, welche in siedendem Wasser gelöst wird. Das Alloxan scheidet sich aus der heissen, nicht vollkommen gesättigten, Lösung in grossen, farblosen, diamantglänzenden Rhombenoktaedern aus, die 6 At. Krystallwasser enthalten und bald verwittern; aus gesättigten heissen Lösungen krystallisirt das Alloxan wasserfrei in geschobenen, vierseitigen Säulen; es ist von schwach salzigem Geschmacke, widrigem Geruche, röthet Lackmus, färbt die Haut purpurroth.

Bei dieser Einwirkung von Salpetersäure auf Harnsäure wird der in ihr enthaltene Harnstoff auf die (S. 259) angegebene Weise durch die entstandene salpetrige Säure in Wasser, Kohlensäure und Stickstoff zerlegt; zur Bildung des Alloxans tritt dagegen die Urilsäure mit 4 At. Wasser und 2 At. Sauerstoff zusammen, denn $\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^4 + \text{H}^4\text{O}^4 + 2\text{O} = \text{H}^4\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^{10}$.

Digerirt man Alloxan mit ätzenden Alkalien, so erzeugt sich

Alloxansäure, $\text{H}^4\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^4$, die man aus ihrem Barytsalze mittels Schwefelsäure ausscheidet. Diese Säure krystallisirt in concentrisch gruppirten Nadeln, schmeckt

und reagirt sauer, zersetzt kohlensaure Salze, löst Zink unter Wasserstoffentwicklung auf; Silberoxyd- und Barytsalze werden von ihr selbst nicht, wohl aber von ihren Alkalisalzen gefällt.

Die Alloxansäure entsteht, indem die ätzenden Alkalien aus einem Atom Alloxan 2 At. Wasser ausscheiden, denn $H^4 C^8 N^2 O^{10} - 2 H O = 2 (H C^4 N O^4)$.

Mesoxalsäure, $C^3 O^4$; setzt man zu einer kochenden Lösung von essigsaurem Bleioxyd tropfenweise eine Lösung von Alloxan, so schlägt sich *mesoxalsaures* Bleioxyd nieder, während Harnstoff in Lösung bleibt. Die aus dem Bleisalze durch Schwefelsäure ausgeschiedene *Mesoxalsäure* ist krystallisirbar, schmeckt sauer, röthet Lackmus, lässt sich ohne Zersetzung kochen; von ihren Alkalisalzen werden Silberoxyd- und Barytsalze gefällt.

Bei der Bildung der *Mesoxalsäure* zerlegen sich 2 At. Alloxan in 1 At. Harnstoff und 2 At. Mesoxalsäure, denn $H^4 C^8 N^2 O^{10} - H^4 C^2 N^2 O^2 = C^6 O^8$.

Mykomelinsäure, $H^5 C^8 N^4 O^5$. Uebersättigt man eine Alloxanlösung mit Aetzammoniak, siedet einige Zeit, und setzt dann verdünnte Salpetersäure im Ueberschuss zu, so fällt die fragliche Säure in Form einer gelben Gallert nieder, die nach dem Trocknen ein gelbes Pulver darstellt; sie ist in Wasser löslich, röthet Lackmus, zersetzt die kohlensauren Salze.

Die *Mykomelinsäure* erzeugt sich, indem zu 1 At. Alloxan 2 At. Ammoniak treten und 5 At. Wasser ausgeschieden werden, denn $H^4 C^8 N^2 O^{10} + H^6 N^2 - H^5 O^5 = H^5 C^8 N^4 O^5$.

Parabansäure, $C^6 N^2 O^4 + 2 H O$, wird dargestellt, wenn 1 Th. Harnsäure oder 1 Th. Alloxan mit 8 Th. mässig verdünnter Salpetersäure digerirt und bis zur Syrupconsistenz abgedampft werden; nach einiger Zeit scheiden sich Blättchen oder Säulchen von *Parabansäure* aus; sie ist luftbeständig, schmeckt scharf sauer, löst sich leicht in Wasser, schmilzt beim Erhitzen und sublimirt sich zum Theil unzersetzt.

Aus Harnsäure und Salpetersäure entsteht die *Parabansäure* dadurch, dass der Harnstoff der Harnsäure auf gewöhnliche Weise durch die entstehende, salpetrige Säure zersetzt wird, zu der Urilsäure aber 2 At. Wasser und 4 At. Sauerstoff treten, wel-

che dann 2 At. Kohlensäure und 1 At. Parabansäure bilden, denn $C^8N^2O^4 + H^2O^2 + 4 O - C^2O^4 = C^6N^2O^4 + 2 HO$.

Das Alloxan zerfällt mit 2 At. Sauerstoff in 2 At. Kohlensäure, 4 At. Wasser und 1 At. Parabansäure, denn $(H^4C^8N^2O^{10} + 2 O) = (C^2O^4 + H^4O^4 + C^6N^2O^4)$.

Oxalursäure, $H^3C^6N^2O^7 + HO$. Uebersättigt man eine Auflösung von Harnsäure in verdünnter Salpetersäure mit Ammoniak und dampft ab; oder erhitzt man Parabansäure mit Ammoniak, so scheiden sich beim Abkühlen der concentrirten Flüssigkeit seidenglänzende, sternförmig gruppirte, harte Nadeln ab, welche *oxalursaures Ammoniak* sind; aus der Auflösung dieses Salzes wird die *Oxalursäure* durch stärkere Säuren als blendend weisses, krystallinisches Pulver abgeschieden; diese Säure schmeckt stark sauer, röthet Lackmus; ihre Alkalisalze geben mit salpetersaurem Silberoxyd einen im Kochen löslichen weissen Niederschlag. Durch Kochen ihrer Lösung wird die *Oxalursäure* in freie Sauerkleesäure und sauerkleesauren Harnstoff zerlegt.

Die *krystallisirte Oxalursäure* kann daher als eine Verbindung von 2 At. Sauerkleesäure und 1 At. Harnstoff angesehen werden, denn $C^4O^6 + H^4C^2N^2O^2 = H^4C^6N^2O^8$.

Beim Kochen der Parabansäure mit Ammoniak nimmt diese 3 At. Wasser auf und bildet *Oxalursäure*, denn $C^6N^2O^4 + H^3O^3 = H^3C^6N^2O^7$.

Thionursäure, $H^7C^8N^3O^{14}S^2$, entsteht beim Zusammenbringen einer Lösung von Alloxan mit einem Ueberschuss von wässriger, schwefliger Säure; kocht man die mit Ammoniak übersättigte Flüssigkeit einige Zeit, so scheidet sich nach dem Erkalten *thionursaures Ammoniak* in perlmutterglänzenden Krystallschuppen aus; bindet man dann die Säure dieses Salzes an Blei, und zersetzt das Bleisalz durch Schwefelwasserstoff, so erhält man beim Verdunsten der filtrirten Flüssigkeit die *Thionursäure* in Form einer weissen, krystallinischen Masse, die sauer schmeckt, luftbeständig ist, sich leicht in Wasser löst, Lackmus röthet, und durch Kochen für sich und mit Säuren zersetzt wird. Die Salze dieser Säure sättigen 2 At. Basis;

mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, entwickeln sie schweflige Säure.

Die *Thionursäure* lässt sich betrachten als eine Verbindung von 1 At. Alloxan mit 1 At. Ammoniak und 2 At. schwefliger Säure, denn $H^4C^8N^2O^{10} + H^3N + S^2O^4 = H^7C^8N^3O^{14}S^2$.

Uramil, $H^5C^8N^3O^6$, bildet sich beim Kochen von Thionursäure für sich oder von thionursaurem Ammoniak mit überschüssiger Salzsäure; es bildet kleine, seidenglänzende Nadeln, wird an der Luft und in der Wärme rosenroth; in kaltem Wasser ist es unlöslich, wenig löslich in kochendem; von ätzenden Alkalien und von concentrirter Schwefelsäure wird es unverändert aufgelöst; beim Kochen werden die Lösungen jedoch zersetzt. Die alkalische Lösung des Uramils färbt sich an der Luft purpurroth und setzt metallglänzende, grüne Krystallnadeln ab.

Beim Kochen von *Thionursäure* für sich trennen sich von derselben 2 At. *Schwefelsäure*, und *Uramil* scheidet sich aus, denn $H^7C^8N^3O^{14}S^2 - 2SO^3 \cdot HO = H^5C^8N^3O^6$.

Das *Uramil* lässt sich als Harnsäure betrachten, in welcher der Harnstoff durch 1 At. Ammoniak und 2 At. Wasser vertreten wird; es ist also hypothetisch zusammengesetzt aus 1 At. Urilsäure, 1 At. Ammoniak und 2 At. Wasser, denn $C^8N^2O^4 + H^3N + 2HO = H^5C^8N^3O^6$.

Uramilsäure, $H^{10}C^{16}N^5O^{15}$, entsteht durch Kochen von Uramil mit Kalilauge oder durch Kochen mit verdünnten Säuren; es krystallisirt in farblosen, vierseitigen Prismen oder seidenglänzenden Nadeln, löst sich in Wasser, röthet Lackmus nur schwach, löst sich ohne Gasentwicklung und Färbung in Schwefelsäure, wird von Salpetersäure zersetzt; bildet nur mit Alkalien lösliche Salze.

Durch Säuren und Alkalien wird aus 2 At. Uramil 1 At. Ammoniak ausgetrieben, und an dessen Stelle treten 3 At. Wasser; $H^{10}C^{16}N^6O^{12} - H^3N + 3HO = H^{10}C^{16}N^5O^{15}$.

Alloxantin, $H^5C^8N^2O^{10}$, wird gebildet, wenn 1 Th. Harnsäure mit 32 Th. Wasser gekocht, dann allmählig verdünnte Salpetersäure zugesetzt, und die Flüssigkeit endlich um den dritten Theil ihres Volumens abgedampft wird; nach einiger Zeit setzen sich Krystalle von Alloxantin ab; aus dem Alloxan wird es durch Einwirkung reducirender

Körper, z. B. Schwefelwasserstoff, Salzsäure und Zink, dargestellt. Es krystallisirt in schiefen, vierseitigen Prismen, die, anfangs farblos, an der Luft gelblich, in Ammoniakdampf roth werden; löst sich schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser, röthet Lackmus, wird von Chlor in Alloxan verwandelt; giebt mit Barytwasser einen veilchenblauen Niederschlag.

Bei der Einwirkung von sehr verdünnter Salpetersäure auf Harnsäure, nimmt die Urilsäure 1 At. Sauerstoff aus der Salpetersäure und 5 At. Wasser auf, um Alloxantin zu bilden ($C^8N^2O^4 + O + 5 H O = H^5 C^8 N^2 O^{10}$), während die gebildete Untersalpetersäure, sich in salpetrige Säure und Salpetersäure zerslegend, den Harnstoff der Harnsäure theils bindet, theils zersetzt. Wird Alloxan mit Schwefelwasserstoff behandelt, so scheidet sich Schwefel aus, während sich der Wasserstoff mit dem Alloxan zu Alloxantin vereinigt, $H^4 C^8 N^2 O^{10} + H = H^5 C^8 N^2 O^{10}$.

Murexid, $H^6 C^{12} N^5 O^8$, *purpursaures Ammoniak*, kann auf sehr verschiedene Weise erhalten werden; am einfachsten bereitet man es durch Kochen von gleichen Theilen Uramil und Quecksilberoxyd mit 40 Th. Wasser unter Zusatz einer sehr geringen Menge Ammoniak; die purpurroth gefärbte Flüssigkeit wird filtrirt und setzt nach einiger Zeit Krystalle von Murexid ab. Aus Harnsäure kann dieser Körper dargestellt werden, wenn man dieselbe in verdünnter Salpetersäure auflöst, und die Flüssigkeit abdampft, bis sie zwiebelroth geworden ist; bis auf 70° erkaltet, wird sie mit verdünntem Ammoniak gesättigt, mit dem halben Volumen Wasser verdünnt und der Ruhe überlassen.

Das Murexid krystallisirt in kurzen, vierseitigen Prismen, wovon zwei Flächen cantharidengrün glänzen; im durchscheinenden Lichte sind die Krystalle granatroth; ihr Pulver ist braunroth, und wird unter dem Polirstahl grün metallglänzend; es ist in Alkohol und Aether unlöslich, wenig löslich in kaltem, leicht in heissem Wasser, von Kalilauge wird es mit indigblauer Farbe gelöst; von allen Mineralsäuren wird es zersetzt.

Bei der Darstellung des *Murexids* aus *Uramil* und *Quecksilberoxyd* nehmen 2 At. Uramil 3 At. Sauerstoff vom Quecksilber auf, und bilden 1 At. *Murexid*, 1 At. *Alloxansäure*

und 3 At. *Wasser* = $(\text{H}^{10}\text{C}^{16}\text{N}^6\text{O}^{12} + 3\text{O}) = (\text{H}^6\text{C}^{12}\text{N}^5\text{O}^8 + \text{H}\text{C}^4\text{N}\text{O}^4 + 3\text{H}\text{O})$.

Bei der Auflösung der Harnsäure in verdünnter Salpetersäure wird hauptsächlich Alloxantin gebildet, welches beim Abdampfen durch Einwirkung der Salpetersäure sich zum Theil in Alloxan verwandelt; auf Zusatz von Ammoniak bildet sich dann Murexid; denn 1 At. *Alloxan*, 2 At. *Alloxantin* und 4 At. *Ammoniak* geben 2 At. *Murexid* und 14 At. *Wasser*, $(\text{H}^4\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^{10} + \text{H}^{10}\text{C}^{16}\text{N}^4\text{O}^{20} + \text{H}^{12}\text{N}^4) = (\text{H}^{12}\text{C}^{24}\text{N}^{10}\text{O}^{16} + \text{H}^{14}\text{O}^{14})$.

Murexan, $\text{H}^4\text{C}^6\text{N}^2\text{O}^5$, *Purpursäure*, wird durch Auflösen von Murexid in Kalilauge, Kochen und Uebersättigen mit verdünnter Schwefelsäure bereitet; es krystallisirt in seidenglänzenden Schuppen, löst sich nicht in Wasser und verdünnten Säuren, unverändert aber in concentrirter Schwefelsäure auf; ebenso wird es von Alkalien aufgelöst, ohne jedoch dieselben zu neutralisiren.

Bei der Behandlung des Murexids mit Alkalien oder mit Säuren werden 2 At. *Murexid* unter Aufnahme von 11 At. *Wasser* in 1 At. *Alloxan*, 1 At. *Alloxantin*, 1 At. *Murexan*, 1 At. *Harnstoff* und 2 At. *Ammoniak* zerlegt, denn $(\text{H}^{12}\text{C}^{24}\text{N}^{10}\text{O}^{16} + \text{H}^{11}\text{O}^{11}) = (\text{H}^4\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^{10} + \text{H}^5\text{C}^8\text{N}^2\text{O}^{10} + \text{H}^4\text{C}^6\text{N}^2\text{O}^5 + \text{H}^4\text{C}^2\text{N}^2\text{O}^2 + \text{H}^6\text{N}^2)$.

Zersetzungsproducte des Indigos durch Salpetersäure.

Indigsalpetersäure, $\text{H}^4\text{C}^{14}\text{N}\text{O}^9$, *Indigsäure*, *Acid. anilicum*; erhitzt man 2 Theile mit einer gleichen Menge Wasser verdünnter Salpetersäure (von 1,28 spec. Gew.) und trägt Indigopulver ein, so wird das letztere mit Heftigkeit zersetzt; die ruhig gewordene Flüssigkeit wird auf Zusatz von Wasser noch einige Zeit gekocht, vom ausgeschiedenen Harze abfiltrirt und etwas eingedampft; darauf digerirt man sie mit kohlensaurem Bleioxyd und filtrirt noch heiss; das aus der erkalteten Flüssigkeit sich absetzende indigsalpetersaure Bleioxyd wird durch Auflösen in heissem Wasser umkrystallisirt und endlich durch Schwefelsäure zersetzt.

Die Indigsalpetersäure krystallisirt in weissen, concentrisch gruppirten Nadeln, lässt sich ohne Zersetzung

schmelzen, wird aber durch höhere Temperatur zerlegt; in kaltem Wasser ist sie sehr wenig löslich, in heissem in jedem Verhältnisse, löst sich auch in Weingeist; röthet Lackmus und färbt Eisenoxydsalze roth; ihre Salze schmecken bitter, verbrennen beim Erhitzen mit schwacher Detonation und sind meist in Wasser löslich.

Pikrinsalpetersäure, $H^2C^{12}N^3O^{13} + HO$, *Kohlenstickstoffsäure*, *Acid. carbazoticum*, *Welters Bitter*, bildet sich häufig bei Einwirkung von Salpetersäure auf vegetabilische und animalische Stoffe. Um sie rein darzustellen, wird guter, pulverisirter Indigo in mässig concentrirte, kochende Salpetersäure so lange eingetragen, bis der Indigo nicht mehr entfärbt wird; dann auf Zusatz von Salpetersäure von Neuem gekocht und abgedampft.

Die Pikrinsalpetersäure schiesst in gelben, glänzenden Blättchen und Prismen an, schmilzt beim Erhitzen, und lässt sich ohne Zersetzung sublimiren, an freier Luft erhitzt entzündet sie sich, sie schmeckt sehr bitter, löst sich wenig in kaltem, leicht in heissem Wasser mit gelber Farbe; auch von Alkohol und Aether wird sie leicht aufgelöst; sie röthet Lackmus, verpufft mit Phosphor oder Kalium erhitzt heftig; durch Chlor, Salpetersäure, Salzsäure, Königswasser wird sie nicht verändert. Mit Basen bildet sie gelbe, krystallisirbare Salze, die bei schnellem Erhitzen mit grosser Heftigkeit verpuffen.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass die *Pikrinsalpetersäure* eine den sauren Aethyloxydsalzen analoge Verbindung von 2 At. Salpetersäure mit einem eigenthümlichen Stoffe, *Pikrin*, sei, $= HO . NO^5 + H^2C^{12}N^3O^3 . NO^5$.

Von der Salpetersäure kann das *Pikrin* nicht getrennt werden, es lässt sich aber aus Indigblau auf die (S. 253) angegebene Weise darstellen.

Zersetzung eiweissartiger Körper durch Salpetersäure.

Xanthoproteïnsäure, $H^{24}C^{34}N^4O^{12} + 2HO$, entsteht durch Behandlung von Eiweiss, Faserstoff und anderen proteinhaltigen Körpern; am reinsten wird sie aus dem Protein selbst mittels Salpetersäure bereitet, wo ausser die-

ser Säure noch Stickstoff und Sauerkleesäure ausgeschieden wird; im trocknen Zustande ist sie eine orangefarbne Substanz, die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich ist, beim Erhitzen nicht, wie die Pikrinsalpetersäure, explodirt; von Salpetersäure wird sie aufgelöst; durch Salzsäure und Schwefelsäure zersetzt; mit Alkalien und alkalischen Erden giebt sie rothe Lösungen, die durch Salpetersäure weiss gefällt werden; mit Alkalien gekocht, entwickelt sie Ammoniak; ihre Salze sind von gelber Farbe.

Einwirkung der Schwefelsäure auf organische Körper.

Es ist schon (S. 313) im Allgemeinen von der Einwirkung der Schwefelsäure auf organische Substanzen die Rede gewesen. Die Schwefelsäure kann sich bei ihrer Action auf organische Substanzen in dreifacher Weise zeigen: erstens kann sie, ohne selbst eine Veränderung zu erleiden, einer Zersetzung oder Umwandlung einer organischen Substanz durch blossen *Contact* bedingen; zweitens kann sie, vermöge ihrer grossen Verwandtschaft zum Wasser, durch Wasserentziehung oder Wassererzeugung aus den Elementen der organischen Substanz eine vollkommne Zersetzung derselben hervorbringen, und so die Bildung ganz neuer Producte bedingen; endlich kann sie selbst durch Zersetzung der organischen Substanz Körper erzeugen, mit denen sie sich unzersetzt verbindet, oder als Unterschwefelsäure oder schweflige Säure vereinigt.

I. Was die zuerst namhaft gemachte Wirkungsweise der Schwefelsäure betrifft, so hat man diese jenen Erscheinungen beigezählt, die man von einer sogenannten *katalytischen Kraft* herleitet. Hierher gehört vorzüglich die Umwandlung des Stärkmehls, Gummis und Rohrzuckers in Stärkmehlgummi und Krümelzucker, die Zersetzung des Zuckers in Gummi und Wasser, wenn diese Substanzen mit verdünnter Schwefelsäure digerirt werden.

Stärkmehl, Gummi und wasserfreier Rohrzucker sind einander isomer $\equiv \text{H}^{10} \text{C}^{12} \text{O}^{10}$, und nehmen, in Folge der Gegenwart von Schwefelsäure, 4 At. Wasser auf, um sich in krystallisirten Krü-

melzucker $= \text{H}^{14} \text{C}^{12} \text{O}^{14}$ zu verwandeln. Durch Kochen mit sehr verdünnter Schwefelsäure verwandelt sich 1 At. wasserfreier Krümelzucker $= \text{H}^{12} \text{C}^{12} \text{O}^{12}$ in 1 At. Humin $= \text{H}^6 \text{C}^{12} \text{O}^6$ und 6 At. Wasser $= \text{H}^6 \text{O}^6$.

Obgleich sich diese Erscheinungen zur Zeit noch nicht auf eine genügende Weise nach Affinitätsgesetzen deuten lassen, so dürften doch spätere Erfahrungen lehren, dass für diese Processe sich eine Erklärung finden wird, ohne deshalb zu der unbegreiflichen Kraft der Katalyse seine Zuflucht nehmen zu müssen; ganz so wie die früher von katalytischer Kraft hergeleitete Aetherbildung ihre Erklärung in der Entstehung und Zerlegung von doppelt schwefelsaurem Aethyloxyd gefunden hat.

II. Wirkt Schwefelsäure durch Wasserbildung vollkommen zersetzend auf organische Substanzen ein, so scheiden sich kohlenstoffreichere Substanzen aus, die noch sehr wenig untersucht sind; in der Regel bleibt aber die chemische Reaction der Substanz gegen die Schwefelsäure nicht hierbei stehen, sondern es findet zugleich eine Reduction der Schwefelsäure zu schwefliger Säure statt. Man bemerkt daher in den meisten Fällen, wo concentrirte Schwefelsäure mit organischen Substanzen in Berührung kommt, vorzüglich beim Erhitzen, Entwicklung von schwefliger Säure, wobei entweder zugleich Kohlenoxyd entsteht, oder ein Oxyd eines zusammengesetzten Radicals erzeugt wird. So entsteht sehr häufig in solchen Fällen Ameisensäure: z. B. bei der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Rohrzucker, auf Stärkmehl u. s. w.

Es ist bereits früher erwähnt worden, dass bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen durch Schwefelsäure vorzüglich die Ammoniakbildung in die Augen fällt, neben welcher immer eine höhere Oxydation eines zusammengesetzten Radicals statt findet.

III. Am genauesten sind noch die Fälle untersucht, wo die Schwefelsäure selbst, unverändert oder in eine niedrigere Oxydationsstufe verwandelt, eine Verbindung mit der unzersetzten organischen Substanz oder einem ihrer Zersetzungsproducte eingeht.

Der einfachste dieser Fälle ist der, wo die Schwefelsäure sich unmittelbar mit einer organischen Substanz, ohne dass sie selbst oder diese eine Zersetzung erleide, zu

einer neuen Säure verbindet, in welcher die Schwefelsäure die Hälfte ihres Sättigungsvermögens verloren hat, so dass sich diese Verbindung selbst als saures Salz der organischen Substanz ansehen lässt, welches mit anorganischen Basen Doppelsalze bildet; so vereinigen sich 2 At. *Schwefelsäure* unmittelbar mit 1 At. *Aethyloxyd*, 1 At. *Methyloxyd*, 1 At. *Glycerin* (s. d. Art. *Glycerin*) zu eigenthümlichen Säuren, die sich durch ihre saure Reaction, ihre Eigenschaft, mit allen Basen lösliche Doppelsalze zu geben, und endlich dadurch auszeichnen, dass sie mit ätzenden Alkalien behandelt, keine schweflige Säure entwickeln, sondern die organische Substanz ausscheiden und ein schwefelsaures Salz liefern.

Die Schwefelsäure kann sich aber zweitens auch so mit einigen organischen Substanzen vereinigen, dass sie nichts von ihrer Sättigungscapacität verliert, und sich gegen Basen ganz so verhält, als sei sie nicht schon mit einer (organischen) Substanz verbunden. Aus diesen Verbindungen lässt sich die organische Substanz durch kein Mittel unzersetzt ausscheiden; auch die Verbindungen solcher Säuren mit Baryt und Bleioxyd sind in Wasser löslich. Repräsentantin dieser Classe von Säuren ist die *Benzoëschwefelsäure*, $= \overline{\text{Bz}}\ddot{\text{S}}^2\text{H}$; ihr Kalisalz ist $= 2 \text{ K} + \overline{\text{Bz}}\ddot{\text{S}}^2$. Hieher dürfte auch eine von den Indigschwefelsäuren, Benzinschwefelsäure, Proteïnschwefelsäure und Peligot's Zuckerschwefelsäure gehören.

Die Schwefelsäure kann nun aber bei ihrer Vereinigung mit organischen Substanzen selbst eine theilweise Reduction erfahren, indem der Körper, welcher mit ihr in Berührung kommt, zugleich verändert wird. Wird in diesem Falle der organischen Substanz Wasserstoff durch die Schwefelsäure entzogen, so bildet sich gemeiniglich eine Verbindung dieser so veränderten Substanz mit *Unterschwefelsäure*; ein Beispiel hierzu finden wir in der *Isäthionsäure*, welche durch Zusammentreffen von 1 At. Alkohol mit 2 At. wasserfreier Schwefelsäure entsteht, $\text{H}^6\text{C}^4\text{O}^2 + 2 \text{ SO}^3 = \text{H}^5\text{C}^4\text{O}^2 + \text{S}^2\text{O}^5 + \text{HO}$. In diesen Säuren hat demnach allerdings die Schwefelsäure, welche in die Verbindung einging, die Hälfte ihres Sättigungsvermögens verloren.

Endlich entstehen bei Einwirkung von Schwefelsäure auf einige organische Substanzen z. B. Benzin, Naphthalin u. a. zugleich neben einander verschiedenartige Verbindungen theilweise reducirter Schwefelsäure mit organischer Materie; es entsteht nemlich zu gleicher Zeit eine Verbindung von schwefliger Säure und eine von Unterschwefelsäure mit der organischen Materie; dasjenige Product nun, welches scheinbar schweflige Säure enthält z. B. Sulphobenzid = $\text{H}^5\text{C}^{12}\text{S}\text{O}^2$, Sulphonaphthalin, $\text{H}^8\text{C}^{20}\text{S}\text{O}^2$, zeigt keine sauren Eigenschaften; hingegen hat die Verbindung, welche vermeintlich Unterschwefelsäure enthält, alle Eigenschaften einer Säure, in welcher wir, wie im voranstehenden Falle, nur die Hälfte der Sättigungscapacität finden, die wir nach der Quantität der angewendeten Schwefelsäure erwarten sollten. Diess sowohl als die nur den Unterschwefelsäure enthaltenden Körpern zukommende Eigenschaft, mit ätzenden Alkalien schweflige Säure auszugeben, scheint die Existenz von Unterschwefelsäure in jenen Verbindungen vollkommen zu beweisen. Indessen könnte man eine solche Säure auch für eine Verbindung von Schwefelsäure mit jenem Körper ansehen, in dessen Zusammensetzung schweflige Säure eingegangen war; so dass also Naphthalinunterschwefelsäure nicht als $\text{H}^8\text{C}^{20} + \text{S}^2\text{O}^5$, sondern als $\text{H}^8\text{C}^{20}\text{S}\text{O}^2 + \text{S}\text{O}^3$ zu denken sei.

Eine Erklärung der Entstehung dieser letzterwähnten beiden Verbindungen der Schwefelsäure ist deshalb noch nicht möglich, da sich neben ihnen noch mehrere andere nicht genauer untersuchte Verbindungen erzeugen.

Wirkung der Chlorwasserstoffsäure auf organische Körper.

Die Chlorwasserstoffsäure verhält sich im Allgemeinen gegen organische Substanzen ganz so wie die Schwefelsäure, nur dass ihre Einwirkung im Allgemeinen weit schwächer ist als die der genannten Säure, und auf keine Weise eine Oxydation, wie durch die Sauerstoffsäuren bewerkstelligt werden kann. Viele organische Körper werden auch von Chlorwasserstoffsäure durch den blossen Contact zerlegt,

ohne dass gerade eine Verwandtschaftswirkung in die Augen fällt. So werden auch von ihr Stärkmehl, Gummi, Rohrzucker in Krümelzucker verwandelt; Mekonsäure wird von ihr beim Kochen in Komensäure, Kohlensäure und Wasser zersetzt.

Nur im sehr concentrirten Zustande wirkt die Salzsäure wahrhaft zerstörend auf organische Substanzen; in stickstofffreien Substanzen hängt diese Zersetzung wohl meist von der grossen Verwandtschaft der Salzsäure zum Wasser ab; indessen zeigen sich auch hier bei denselben Körpern, wenn die Chlorwasserstoffsäure von verschiedener Concentration ist, die verschiedenartigsten Zersetzungsproducte; wie diess z. B. bei der Einwirkung der Salzsäure auf Rohrzucker beobachtet worden ist. Fälle dieser Art sind aber noch wenig untersucht.

Leichter wird die Erklärung der Wirkungsweise der Salzsäure auf stickstoffhaltige Körper; in diesen Fällen wird immer der Stickstoff zur Ammoniakbildung disponirt, der hierzu gehörige Wasserstoff wird in der Regel nur zum Theil aus der organischen Substanz selbst entlehnt, und zum Theil aus dem Wasser, dessen Sauerstoff sich zugleich mit dem Theile der organischen Substanz, in welchem aller Kohlenstoff enthalten ist, zu einem Oxyde eines einfacheren Radicals, zu einer Säure verbindet; auch wird bei solchen Processen noch Sauerstoff aus der Luft zur Oxydation einzelner Zersetzungsproducte angezogen.

Harnstoff wird durch Salzsäure unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt (s. S. 259, Harnstoff); Asparagin in Asparaginsäure und Ammoniak (s. S. 258, Asparagin). Durch längere Einwirkung von concentrirter Salzsäure auf Protein bilden sich unter Aufnahme von 4 At. Sauerstoff und 4 At. Wasser 5 At. Ammoniak und 1 At. Guminsäure, denn

$$(H^{31}C^{40}N^5O^{12} + 4HCl + 4HO + 4O) = (4H^4NCl + H^3N \cdot H^{20}C^{40}O^{20}).$$

Zersetzungen organischer Körper durch starke Basen.

Ueber die verschiedene Einwirkung der stärkeren Basen und namentlich der Alkalien ist schon (S. 314) im All-

gemeinen die Rede gewesen. Einer der einfachsten Zersetzungsprocesse dieser Art scheint die für die Chemie sowohl als für das bürgerliche Leben höchst wichtige *Verseifung der Fette* zu sein.

Verseifung der Fette und ihre Producte.

Kocht man eines der gewöhnlichen Fette oder fetten Oele mit einem ätzenden Alkali, mit dem Hydrat einer alkalischen Erde, mit Talkerdehydrat, Zinkoxyd oder Bleioxyd, so wird das Fett, ohne Aufnahme von Sauerstoff oder Abgabe von Wasserstoff, in eine oder mehrere *Fettsäuren*, die sich mit der angewendeten Base zu *Seife* verbinden, und einen eigenthümlichen, süßen Stoff, das *Glycerin*, zerlegt. Vergleicht man das Gewicht der entstandenen Zersetzungsproducte mit dem des angewendeten Fettes, so findet man, dass eine Gewichtszunahme statt gefunden hat, die von nichts anderem als einer Aufnahme von Wasser hergeleitet werden kann.

Um sich das Wesen dieses Processes zu erklären, hat man angenommen, dass die Fette den Aethyloxydsalzen ähnliche Verbindungen seien; Fettsäure und Glycerin sei in den Fetten präformirt vorhanden; durch die Verseifung werde das Basenstelle vertretende Glycerin ausgetrieben; im freien Zustande vereinigten sich das Glycerin und Fettsäure mit einer bestimmten Proportion Wasser, gleich wie Aethyloxyd bei seiner Temperatur von Säuren durch Aufnahme von Wasser in Alkohol übergehen kann.

Stearin verwandelt sich beim Verseifen in Talgsäure und Glycerin; die letzteren Stoffe sind im wasserfreien Zustande dem Stearin gleich zusammengesetzt, denn $H^{67}C^{70}O^5 + H^3C^3O^2 = H^{70}C^{73}O^7$.

Für diese Hypothese spricht namentlich die Eigenschaft des Glycerins sich mit Schwefelsäure in ähnlicher Weise zu verbinden, wie das Aethyloxyd; kann doch die Schwefelsäure auch aus den Fetten selbst das Glycerin ausscheiden und Glycerinschwefelsäure bilden, während vom Fette eine entsprechende Säure übrig bleibt.

Mit soviel Leichtigkeit sich durch diese Annahme die Zersetzung der Fette durch starke Basen erklären lässt, so bieten sich doch auch mehrere Erfahrungen dar, welche

die Analogie der Fette mit den Aethyloxydsalzen etwas zweifelhaft machen. So werden durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Fette neben Glycerin zwar entsprechende Fettsäuren gebildet, diese sind aber keineswegs identisch mit den durch Verseifung entstandenen; auch ist das Glycerin durchaus verschieden von den Fetten, während das Aethyl-oxyd wenigstens seinen neutralen Salzen doch so ähnlich ist.

Jene Umwandlung der Fette in Säuren und Glycerin kann nicht bloß durch die oben angeführten Basen bewerkstelligt werden, sondern auch durch lösliche kohlensaure und borsäure Salze, wenn die Digestion derselben mit den Fetten lange Zeit genug festgesetzt wird.

Bei den kohlensauren Salzen muss man sich den Process jedoch so denken, dass das kohlensaure Alkali sich zunächst in doppelt kohlensaures Alkali und freies Alkali zerlegt, nur das letztere aber die Verseifung bedingt; bei weiterem Kochen verliert das doppelt kohlensaure Kali das eine Atom Kohlensäure und verwandelt sich in ein einfaches Salz, von welchem das Fett dann wieder auf oben beschriebene Weise zersetzt wird.

Ammoniak und kohlensaures Ammoniak sind nur nach längerer Einwirkung im Stande, Seifen zu bilden.

Ausser den oben erwähnten Körpern, die immer wasserhaltig sein müssen, kennt man keine Base, durch welche Fette verseift werden könnten.

Wie schon (S. 219) erwähnt, sind nicht alle Fette verseifbar; zu solchen gehören ein durch Alkohol aus dem *Senföl* ausziehbares, *krystallinisches Fett*, *Myricin*, *Ambrin*, *Cholesterin*, *Castorin* und die *Hirnfette*.

Die meisten verseifbaren Fette liefern bei der Behandlung mit starken Basen Körper, die den Fetten, aus denen sie entstanden sind, höchst ähnliche Eigenschaften zeigen, sich aber von denselben hauptsächlich durch die Fähigkeit unterscheiden, unzersetzt mit Basen Verbindungen einzugehen. In der Regel bilden sich aber mehrere Fettsäuren zugleich; ja einige Fette liefern bei der Verseifung Säuren, die von den Fetten selbst so wie von den vorerwähnten Fettsäuren ganz verschieden sind, und sich besonders durch ihre Flüchtigkeit characterisiren.

Die *nicht flüchtigen Fettsäuren* haben ziemlich dieselben physischen Eigenschaften, wie die Fette selbst; sie sind nemlich farblos, leichter als Wasser, ohne Geschmack und Geruch, machen auf Papier und Zeugen Fettflecke, schmelzen unter 100° , lassen sich nur im luftleeren Raume unverändert überdestilliren, sind in Wasser unlöslich, lösen sich in kochendem Alkohol und scheiden sich beim Erkalten wieder aus, sind leicht löslich in Aether; zersetzen sich beim Erhitzen an der Luft und lassen sich entzünden; sie röthen Lackmus nur schwach, treiben bei gelindem Erhitzen die Kohlensäure aus ihren Salzen aus, vereinigen sich mit den meisten Basen zu unlöslichen Salzen; nur die Alkalisalze sind in Wasser löslich; diese Säuren haben alle grosse Geneigtheit mit Basen saure Salze zu bilden.

Flüchtige Fettsäuren werden erzeugt bei der Verseifung des *Crotonöls*, *Ricinusöls*, des *Oels aus Sabadillsamen*, der *Butter*, des *Thranfetts*, des *Hammeltalgfetts*; die flüchtigen Fettsäuren sind grösstentheils bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig oder wenigstens sehr leicht schmelzbar, haben einen eigenthümlichen Geruch, schmecken ranzig scharf, machen auf Papier Fettflecke, die bald wieder verschwinden, lassen sich ohne Zersetzung destilliren, lassen sich entzünden und verbrennen mit leuchtender, rusender Flamme, lösen sich in Wasser, Alkohol, Aether und Oelen in jedem Verhältnisse auf, röthen Lackmus stark, bilden mit Basen meist in Wasser lösliche Salze.

Seife. Unter Seifen versteht man erwählter Massen Verbindungen der stärkeren Basen mit den durch ihre Vermittlung aus den Fetten gebildeten Fettsäuren; nur die Alkaliseifen sind in Wasser und Alkohol löslich; die übrigen fettsauren Salze sind in diesen Menstruen unauflöslich. Die löslichen Seifen bräunen Curcumäpapier; ihre Consistenz ist sowohl nach der Art des Alkalis als nach der Fettart verschieden, Natronseifen sind im Allgemeinen fester, härter und schwerlöslicher als Kaliseifen; dagegen giebt ein Fett eine um so weichere, schmierigere Seife, je reicher es an Elain ist. Die aus Fetten und Bleioxyd entstandenen Seifen nennt man *Bleipflaster*.

Man unterscheidet im gewöhnlichen Leben *weiche* oder *grüne Seife* und *harte Seife*. Erstere ist eine Kaliseife, die im Grossen dadurch erhalten wird, dass man Pottasche durch Kalkhydrat kaustisch macht, und die Lauge alsdann mit dem zu verseifenden Fette einkocht. Zur Bereitung der harten Seife wendet man entweder Natron an, oder man setzt der noch in Lösung befindlichen Kaliseife Kochsalz zu, wodurch Chlorkalium und Natronseife gebildet wird.

Die Wirksamkeit der Seife beim Waschen beruht theils darauf, dass die Seifenlösung noch fette Stoffe von den Zeugen in sich aufzunehmen vermag, theils aber auch darauf, dass, indem die Seife sich in ein saures fettsaures Salz und freies Alkali verwandelt, das letztere eine Menge Stoffe auflöst und so von anderen Stoffen, denen sie anhängen, trennt. Die Fettsäuren selbst tragen nichts zum Reinigen bei; kohlensaures Alkali ist weniger tauglich zum Waschen, da es nicht so leicht wie das fettsaure Salz freies Alkali abscheidet, freies Alkali würde aber beim Waschen das Zeug selbst leicht angreifen.

Das gewöhnliche *Bleipflaster*, *Emplastrum diachylon s. lithargyrii simplex*, wird durch Kochen von 5 Th. feingeschlämmter Bleiglätte mit 9 Th. Baumöl und Wasser bereitet; es dient den in der Heilkunde angewendeten Pflastern als Grundlage.

Glycerin. $\text{H}^7\text{C}^6\text{O}^5$.

Das Glycerin, *Scheele'sche Süßs*, *Oelzucker*, *Principium dulce oleorum*, bildet sich, wie erwähnt, bei der Verseifung der meisten Fette, mögen diese flüchtige oder nicht flüchtige Fettsäuren liefern.

Man gewinnt es entweder bei der Bleipflasterbereitung aus der wässrigen Flüssigkeit durch Abdampfen, nachdem man vorher das davon aufgelöste Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff entfernt hat, oder durch Sättigen der bei der gewöhnlichen Seifenbildung erhaltenen Mutterlauge mit Schwefelsäure, Versetzen mit kohlensaurem Baryt, Abdampfen und Ausziehen mit Alkohol.

Es bildet einen farblosen oder schwach gelblich gefärbten Syrup, schmeckt angenehm süß, zieht an der Luft Wasser an, löst sich leicht in Alkohol, ist ohne Reaction, lässt sich im concentrirten Zustande zum Theil unzersetzt

destilliren, wird aber bei stärkerer Hitze zersetzt; an der Luft erhitzt, lässt es sich entzünden und verbrennt mit blauer Flamme; es ist nicht gährungsfähig, löst Bleioxyd auf und wird durch Salpetersäure nur schwierig in Sauerkleesäure verwandelt.

Mit Schwefelsäure geht es eine eigenthümliche, dem sauren schwefelsauren Aethyloxyd ähnliche, Verbindung ein, die *Glycerinschwefelsäure*, die durch Sättigen mit kohlensaurem Kalk von überschüssiger Schwefelsäure getrennt wird; aus dem Kalksalze wird diese Säure durch Sauerkleesäure ausgeschieden.

Die *Glycerinschwefelsäure*, $\text{H}^7\text{C}^6\text{O}^5 \cdot 2\text{S O}^3$. H O , bildet dann eine farblose Flüssigkeit, die beim Verdunsten selbst im luftleeren Raume leicht in Glycerin und Schwefelsäure zersetzt wird; sie schmeckt stark sauer, röthet Lackmus, und bildet mit Basen, selbst mit Kalk und Baryt leicht lösliche Salze; beim Kochen scheiden dieselben leicht Glycerin aus, durch Behandlung mit überschüssiger Basis geschieht diess noch leichter; beim Erhitzen verkohlen die Salze und entwickeln dabei einen höchst unangenehm riechenden, die Augen reizenden Dampf.

Nicht flüchtige Fettsäuren.

Talgsäure, *Stearinsäure*, $\text{H}^{67}\text{C}^{70}\text{O}^5 + 2\text{H O}$, wird am besten aus Hammeltalgseife dargestellt; diese löst man nemlich zunächst in 6 Th. warmen Wassers und giesst die Lösung in eine grosse Menge kalten Wassers; es setzt sich nun allmählig eine perlmutterglänzende Masse von doppelt-talgsaurem und margarinsaurem Kali ab; diese beiden Salze werden in der 20fachen Menge heissen Alkohols gelöst; beim Erkalten scheidet sich zuerst das talgsaure Salz ab; dieses wird endlich durch Salzsäure zersetzt, und die frei gewordene Talgsäure durch Umschmelzen mit Wasser von anhängender Salzsäure befreit. Auf einem kürzeren Wege erhält man die Talgsäure, wenn man die durch Schwefelsäure aus einer Hammeltalgseife ausgeschiedenen Fettsäuren mit Alkohol von 0,83 spec. Gew. auskocht; dieser lässt die Talgsäure rein zurück; durch Auflösen in heissem, absolutem Alkohol wird sie gereinigt.

Die Talgsäure krystallisirt mit $3,4\frac{1}{2}\%$ Wasser verbunden in weissen, glänzenden Nadeln und Blättchen; sie ist ohne Geruch und Geschmack, schmilzt bei 64° , verbrennt wie Wachs, verbindet sich mit concentrirter Schwefelsäure ohne Zersetzung, zersetzt in der Wärme kohlensaure Salze. Die talgsauren Alkalien zerlegen sich beim Kochen mit Wasser in doppelt talgsaures Salz, welches sich ausscheidet, und neutrales talgsaures Salz, welches mit freiem Alkali aufgelöst bleibt.

Margarinsäure, $H^{33}C^{35}O + 3HO$, findet sich schon gebildet im Leichenfett (s. S. 285), im Blute und in der Rindsgalle; sie entsteht vorzüglich bei Verseifung des Menschenfetts, Rindstalgs, Hammeltalgs, Schweineschmalzes; wird aber am leichtesten aus Baumölkaliseife dargestellt, aus welcher das ölsaure Kali durch kalten Alkohol ausgezogen wird; das rückständige margarinsaure Kali löst man in kochendem Alkohol und lässt es daraus krystallisiren; es wird dann weiter wie das talgsaure Kali behandelt.

Die Margarinsäure ist der Talgsäure sehr ähnlich; sie unterscheidet sich von derselben nur durch ihre leichtere Schmelzbarkeit (bei 60°) und ihre dichter verwebten, weniger glänzenden Krystallnadeln. Die margarinsauren Salze sind den talgsauren Salzen fast in jeder Hinsicht höchst ähnlich; sie unterscheiden sich von diesen nur durch ihre leichtere Schmelzbarkeit.

Man glaubte früher, dass durch Zersetzung der Margarine mit Schwefelsäure, dieselbe in Glycericinschwefelsäure und Margarinsäure zerlegt würde; das erstere ist allerdings der Fall, allein Fremy hat gezeigt, dass bei diesem Processe sich drei neue Säuren von gleichem Radical bilden, die er *Metamargarinsäure*, *Hydromargarinsäure* und *hydromargaritische Säure*, Berzelius aber *piotinige Säure*, *Unterpiotinsäure* und *Piotinsäure* genannt hat; die erstere besteht nemlich aus $H^{35}C^{35}O^3$, die zweite aus $H^{35}C^{35}O^4$ und die dritte aus $H^{35}C^{35}O^5$.

Oelsäure, *Elainsäure*, $H^{60}C^{70}O^5$, findet sich im Leichenfett, im Blute und in der Rindsgalle bereits gebildet vor; sie entsteht bei der Verseifung der meisten Fette, insbesondere der fetten Oele; am besten erhält man daher

die Oelsäure durch Ausziehen solcher Oelseifen mit kaltem absolutem Alkohol, in diesem löst sich das ölsaure Kali auf, das margarinsaure und stearinsaure Salz bleibt zurück; nach dem Verdunsten des Alkohols wird das ölsaure Salz durch Salzsäure oder Weinsäure zersetzt.

Die Oelsäure bildet eine schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit, spec. Gew. = 0,898, schmeckt und riecht etwas ranzig, erstarrt bei 0° zu einer Krystallmasse, röthet Lackmus stark, löst sich in Alkohol von 0,82 in jedem Verhältnisse, zersetzt kohlensaure Salze unter Aufbrausen in der Wärme; die ölsauren Salze sind weich, schmierig, nicht krystallisirbar.

Laurent hat durch Zersetzung der Oelsäure mit Salpetersäure acht Säuren hervorgebracht, von welchen einige neu sind, nemlich: *Elaïdinsäure*, *Oenanthsäure*, *Korksäure*, *Azeleïnsäure*, *Pimelinsäure*, *Adipinsäure*, *Lipinsäure* und *Azoleïnsäure*.

Wie von der Margarine, glaubte man auch früher von der Elaine, dass sie bei der Behandlung mit Schwefelsäure neben Glycerinschwefelsäure die gewöhnliche Oelsäure liefere, allein Fremy hat auch von dieser dargethan, dass sie zwei ganz andere flüssige Säuren bilde, die einander isomer sind. Fremy nennt dieselben *Hydroleïnsäure* und *Metaoleïnsäure*, Berzelius *Lipinsäure* und *Paralipinsäure*; ihre Zusammensetzung ist nach Fremy = $H^{31\frac{1}{2}}C^{35}C^3 + HO$.

Säuren aus Ricinusöl. Durch Verseifung des Ricinusöls und Zersetzung der Seife mittels Salzsäure erhält man drei Säuren.

Ricinustalgsäure, welche in perlmutterglänzenden, weich anzufühlenden Blättchen krystallisirt, bei 130° schmilzt und bei höherer Temperatur sich grösstentheils unzersetzt verflüchtigt; ihre Salze verhalten sich, wie die der voranstehenden Fettsäuren.

Ricinussäure, die eine perlmutterglänzende, krystallinische Masse bildet, bei 22° schmilzt, und bei höherer Temperatur überdestilliren lässt.

Ricinusölsäure, die eine gelbe öartige Flüssigkeit darstellt, bei einigen Graden unter 0° erstarrt, nur schwach riecht, aber sehr scharf schmeckt.

Flüchtige Fettsäuren.

Sabadillsäure, *Acide cevadique*, wird durch das Verseifen des Oels aus den Sabadillsaamen dargestellt, Sie krystallisirt in weissen, perlmutterglänzenden Nadeln, riecht wie ranzige Butter, schmilzt bei 20° .

Crotonsäure, *Acide iatrophique*, wird aus dem Oel der Saamen von *Croton Tiglium* durch Verseifen erhalten; sie ist unter 0° fest, verdunstet wenige Grade über dem Frostpunkte, riecht durchdringend scharf, reizt Augen und Nase, schmeckt kratzend scharf, ist sehr giftig.

Baldriansäure, $H^9C^{10}O^3$, aus dem Oel von *Valeriana officinalis* erhalten, ist eine ölartige Flüssigkeit, von reizendem Geruch, und scharfsaurem Geschmack, bringt auf der Zunge einen weissen Fleck hervor, macht auf Papier Fettflecke, die beim Erwärmen wieder verschwinden, erstarrt bei -12° , röthet Lackmus vorübergehend.

Delphinsäure, *Phocänsäure*, $H^8C^{10}O^3$, soll in den Beeren von *Viburnum Opulus* vorkommen, bildet sich beim Ranzigwerden so wie beim Verseifen des Phocänins. Sie stellt eine farblose Flüssigkeit dar, die einen ranzigen Geruch und brennend sauren Geschmack hat; auf der Zunge hinterlässt sie einen weissen Fleck; spec. Gew. $= 0,932$ (bei $+28^{\circ}$), sie gefriert noch nicht bei 9° , siedet über 100° ; an der Luft, vorzüglich beim Erwärmen, zersetzt sie sich sehr leicht; sie lässt sich entzünden, und verbrennt wie ätherisches Oel.

Bocksäure, *Hircinsäure*, wird durch Verseifen des Hircins und Zersetzen der Seife mit einer Mineralsäure erhalten; sie bildet eine farblose Flüssigkeit, hat einen Bockgeruch, erstarrt noch nicht bei 0° .

Buttersäure, $H^{5\frac{1}{2}}C^8O^3$, findet sich im Harn, im sauren Scheweisse, im Magensaft, bildet sich beim Ranzigwerden der Butter und wird durch Verseifung der Butter erhalten, von den hierbei sich bildenden zwei anderen Fettsäuren wird sie durch Krystallisation des Barytsalzes getrennt. Sie ist eine wasserhelle Flüssigkeit, schmeckt stechend sauer, hintennach süsslich, riecht durchdringend wie ranzige Butter, spec. Gew. $= 0,9765$ (bei 25°), ent-

hält $10\frac{0}{0}$ Wasser, erstarrt noch nicht bei -9° , verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur, siedet erst über 100° , verbrennt wie ätherisches Oel.

Ziegensäure, *Capronsäure*, $H^{9\frac{1}{2}}C^{12}O^3$, ist in der Butter der Kuh- und Ziegenmilch gefunden worden; wird durch Verseifen dieser Butter und Krystallisation des Barytsalzes erhalten. Sie bildet ein dünnflüssiges Liquidum, schmeckt sauer, riecht wie Schweiss, enthält $8,66\frac{0}{0}$ Wasser, spec. Gew. 0,922 (bei 26°), ist bei -9° noch flüssig, siedet erst über 100° .

Kuhsäure, *Caprinsäure*, $H^{19\frac{1}{2}}C^{18}O^3$, wird aus der Butter der Kuhmilch durch Verseifen erhalten; unter den aus der Butter entstehenden Säuren bildet sie mit Baryt das am schwersten lösliche Salz, daher sie sehr leicht von jenen Säuren durch Binden an Baryt getrennt wird. Sie bildet ein ölartiges Liquidum, enthält $6,9\frac{0}{0}$ Wasser, riecht wie die vorige Säure, zugleich etwas bockartig, schmeckt brennend sauer, spec. Gew. = 0,91 (bei 18°); erstarrt bei $+15^{\circ}$ zu kleinen, farblosen Nadeln, siedet über 100° .

Zersetzung des Proteins durch kaustische Alkalien.

So viel auch organische Substanzen durch ätzende Alkalien zerstört und ihre Producte untersucht worden sind, so giebt es im Ganzen doch nur wenig Fälle, wo die Zersetzung so genau eruiert worden ist, als z. B. die des Proteins durch Mulder.

Kocht man Protein mit einem Ueberschusse von Kali so lange, bis sich kein *Ammoniak* mehr entwickelt, und sättigt die entstandene, lichtbraune Lösung mit Schwefelsäure, so entwickelt sich viel *Kohlensäure*; erhitzt man darauf diese Flüssigkeit in einer Retorte, so geht viel *Ameisensäure* über. Dampft man die rückständige Flüssigkeit zur Trockenheit ab, und zieht den Rückstand mit Alkohol aus, so bleibt nur schwefelsaures Kali ungelöst; aus der alkoholischen Lösung setzt sich aber zuerst *Leucin* in Krystallen ab; in der alkoholischen Mutterlauge bleiben dann noch zwei Stoffe zurück, das

Erythroprotid, $H^8 C^{13} N O^5$, welches sich beim vollkommenen Erkalten der alkoholischen Lösung absetzt, von rother Farbe, in Wasser und heissem Alkohol leicht löslich ist, und durch Bleioxyd - Silberoxyd - und Quecksilberoxydsalze gefällt wird; und das

Protid, $H^9 C^{13} N O^4$, welches durch basisch essigsaures Bleioxyd aus seiner Lösung zu fällen ist; dasselbe ist hellgelb, in Wasser und Alkohol leicht löslich, nur durch Bleiessig fällbar.

Das *Leucin*, $H^{12} C^{12} N O^4$, entsteht auch bei Behandlung des Fleisches und Leims mit Schwefelsäure und mit Alkalien; es bildet kleine, weisse, zwischen den Zähnen knirschende Krystalle, schmeckt nach Fleischbrühe, schmilzt über 100° , sublimirt sich zum Theil unverändert bei 170° ; ist in Wasser und kochendem Alkohol leicht löslich, wird durch kein Reagens ausser salpetersaurem Quecksilberoxyd gefällt.

Mit Salpetersäure giebt das Leucin eine eigenthümliche Säure, die *Leucinsalpetersäure*, dieselbe ist krystallinisch, giebt mit Basen Salze, die beim Erhitzen verpuffen; ihre Kalk- und Talkerdesalze sind nicht zerfliesslich.

Die Zersetzung des Proteins durch kaustisches Kali ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung.

2 At. Protein	=	$H^{62} C^{80} N^{10} O^{24}$	nehmen
9 At. Wasser	=	$H^9 O^9$	auf
		$H^{71} C^{80} N^{10} O^{33}$	und verwandeln sich in
2 At. Erythroprotid	=	$H^{16} C^{26} N^2 O^{10}$	
2 At. Protid	=	$H^{18} C^{26} N^2 O^8$	
2 At. Leucin	=	$H^{24} C^{24} N^2 O^8$	
4 At. Ammoniak	=	$H^{19} N^4$	
1 At. Ameisensäure	=	$H C^2 O^3$	
2 At. Kohlensäure	=	$C^2 O^4$	
		$H^{71} C^{80} N^{10} O^{33}$	

Berichtigungen.

- S. 90 Z. 6 st. N^4 l. H^4 .
- 104 - 7 v. u. st. löslich l. unlöslich.
 - 111 - 16 v. u. st. $Mn^2 O^7$ l. $Mn O^7$.
 - 118 - 9 v. u. st. Fe^3 l. Fe^2 .
 - 189 - 11 v. u. st. $\dot{P}b \overline{A}^3$ l. $\dot{P}b^3 \overline{A}$.
 - 189 - 10 v. u. st. $\dot{P}b \overline{A}^2$ l. $\dot{P}b^2 \overline{A}$.
 - 189 - 4 v. u. st. $\dot{P}b \overline{A}^6$ (B. $\dot{P}b \overline{A}^4$ l. $\dot{P}b^6 \overline{A}$) B. $\dot{P}b^4 \overline{A}$.
 - 196 - 19 st. N^2 l. H^2 .
 - 201 - 15 v. u. st. L^{18} l. C^{18} .
 - 203 - 2 v. u. st. fleischfressender l. pflanzenfressender.
 - 208 - 11 v. u. st. Schwefelsäure l. Schwefelblausäure.
 - 258 - 3 v. u. st. 5 HO l. 7 HO.
-

Wortregister.

- | | |
|---|--|
| <p>Abschwefeln der Steinkohlen 307.</p> <p>Abtreiben 144.</p> <p>Acacin 214.</p> <p>Acetal 360.</p> <p>Aceton 332.</p> <p>Acetum Saturni 189.</p> <p>Acetyl 358.</p> <p>Acetyloxydhydrat 358.</p> <p>Acetylsäure 360.</p> <p>Aconitin 211.</p> <p>Aconitsäure 197.</p> <p>Acrolein 292.</p> <p>Adipocire 285.</p> <p>Adipinsäure 388.</p> <p>Aepfelsäure 195.</p> <p>Aequivalente 7.</p> <p>Aerugo destillata s. krystal-
lisata 190.</p> <p>Aethal 224.</p> <p>Aether 275.</p> <p>Aetherbildung 354.</p> <p>Aetherin 356 und 357.</p> <p>Aetherol 357.</p> <p>Aetherol, ätherschwefelsaures
357.</p> <p>Aetheroxalsäure 348 und 352.</p> <p>Aetheroxamid 352.</p> <p>Aetherphosphorsäure 351.</p> <p>Aethersäure 360. 343 und 350.</p> | <p>Aetherschwefelsäure 350.</p> <p>Aetherweinsäure 353.</p> <p>Aethertraubensäure 354.</p> <p>Aetherunterschwefelsäure 357.</p> <p>Aethionsäure 356.</p> <p>Aethyl 341.</p> <p>Aethylbromür 344.</p> <p>Aethylchlorür 343.</p> <p>Aethylcyanür 346.</p> <p>Aethyliodür 344.</p> <p>Aethyloxyd 341.</p> <p>Aethyloxyd, ameisensaures
348.</p> <p>— — benzoësaures 349.</p> <p>— — bernsteinsaures
349.</p> <p>— — Bisulphocarbonat
353.</p> <p>— — citronensaures 349.</p> <p>— — cyanursaures 349.</p> <p>— — doppelt kohlen-
schwefelsaures 353.</p> <p>— — essigsaures 348.</p> <p>— — kohlensaures 347 u.
352.</p> <p>— — oxalsaures 348 u.
352.</p> <p>— — phosphorsaures 351.</p> <p>— — salpetrigsaures 346.</p> <p>Aethyloxydsalze 343.</p> |
|---|--|

- Aethyloxyd, sauerkleesaures 348 und 352.
 — — traubensaures 354.
 — — schwefelsaures 350.
 — — weinsaures 353.
 Aethylsulphhydrat 343.
 Aethylsulphür 344.
 Affinität 2.
 Alabaster 97.
 Alantstärkmehl 213.
 Alaun 103.
 Alaunerde 101.
 — — kiesel-saure 104.
 — — phosphor-saure 104.
 — — salpete-rsaure 103.
 — — schwefel-saure 103.
 Alaunstein 103.
 Albumin 263.
 Aldehyd 358.
 Aldehydammoniak 359.
 Aldehydharz 359.
 Aldehydsäure 360.
 Alembrothsaltz 141.
 Algarothpulver 165.
 Alkalien 75 und 79.
 Alkargen 334.
 Alkaloide 205.
 Alkanna 247.
 Alkarsin 334.
 Alkohol 274.
 Alkohol aceti 188.
 Alkoholate 276.
 Allantoin 259.
 Allizarin 245.
 Alloxan 370.
 Alloxansäure 370.
 Althionsäure 370.
 Alloxantin 373.
 Alumen ustum 103.
 Aluminit 103.
 Aluminium 101.
 Amalgam 72.
 Amalgamationsverfahren 145.
 Ambrafett s. Ambrin.
 Ambrafettsäure s. Ambrin-säure.
 Ambrin 224.
 Ambrinsäure 224.
 Ameisenäther 348.
 Ameisensäure 190.
 Ammelid 332.
 Ammelin 332.
 Ammoniak 88.
 — — bernsteinsaures 203.
 — — cyansaures 317.
 — — essigs-aures 189.
 Ammoniakgummi 238.
 Ammoniak Kali, weinsaures 195.
 — — kohlen-saures 90.
 — — oxal-saures 193.
 — — phosphor-saures 91.
 — — purpur-saures 374.
 — — salpete-rsaures 91.
 — — salpetrig-saures 91.
 — — sauerkleesaures 193.
 — — schwefel-saures 91.
 Ammonium 88.
 Amygdalin 258.
 Amygdalinsäure 258.
 Amylon 212.
 Analyse, organische 183.
 Anatas 171.
 Anhydrit 97.
 Animeharz 237.
 Anisöl 229.
 Anthracit 288.
 Antimon 163.
 Antimonasche 164.
 Antimonchlorür 165.
 Antimonium crudum 163.
 Antimonium diaphoreticum 168.

- Antimonium sulphuratum aurantiacum 167.
 Antimonkermes 166.
 Antimonleber 167.
 Antimonoxyd 163.
 Antimonoxychlorür 165.
 Antimonoxysulphuret 167.
 Antimonsafran 167.
 Antimonsäure 164.
 Antimonsilber 168.
 Antimonsulphid 167.
 Antimonsulphuret 165.
 Antimonwasserstoff 165.
 Antiseptica 282.
 Apatit 97.
 Appert's Methode 280.
 Argentan 137.
 Aricin 209.
 Arsen 51.
 Arsenantimon 168.
 Arsenblüthe 53.
 Arseneisen 120.
 Arsenikkies 123.
 Arsenkobalt 123.
 Arsenkupfer 137.
 Arsenmetalle 72.
 Arsennickel 123.
 Arsensäure 54.
 Arsensuboxyd 52.
 Arsenwasserstoff 56.
 Asa foetida 238.
 Asbolin 310.
 Asparagin 258.
 Asparaginsäure 258.
 Asphalt 238.
 Atacamit 136.
 Atmosphärische Luft 35.
 Atomgewicht 10.
 Atropin 211.
 Augenschwarz 255.
 Auripigment 57.
 Aurum mosaicum 162.
 Aurum muriaticum natronatum 158.
 Aurum musivum 162.
 Aussaigern 74.
 Ausscheidungspunkte 74.
 Azobenzid 336.
 Azoleinsäure 388.
 Baldriansäure 389.
 Backkohle 288.
 Balsam 232 und 234.
 Baryum 92.
 Baryt 93.
 — kohlensaurer 96.
 — salpetersaurer 95.
 — schwefelsaurer 96.
 Base 28.
 Basen, -organische 205.
 Bassorin 214.
 Beitzen 244.
 Benzamid 338.
 Benzil 339.
 Benzilsäure 339.
 Benzin 336.
 Benzoë 237.
 Benzoëäther 349.
 Benzoësäure 203.
 Benzoin 339.
 Benzon 337.
 Benzoyl 337.
 Benzoylwasserstoff 337.
 Bergtalg 287.
 Bergtheer 238.
 Berlinerblau 324.
 Bernstein 237.
 Bernsteinkampher 238 und 302.
 Bernsteinkolophonium 237.
 Bernsteinöl 302.
 Bernsteinsäure 202.
 Bernsteinsäureäther 349.

- Bernsteinspirit 237.
 Beryll 104.
 Beryllerde 104.
 Bibergeilfett 224.
 Bier 274.
 Birkenöl 301.
 Bittererde 98.
 — — schwefelsaure 100.
 Bittermandelöl 230 und 337.
 Bittersalz 100.
 Blauholz 247.
 Blau, sächsisches 254.
 Blausäure 319.
 Blasengrün 251.
 Blasenoxyd 260.
 Blattgrün 251.
 Blende 69.
 Blei 128.
 Bleiessig 189.
 Bleiglätte 128 und 144.
 Bleiglanz 130.
 Bleihyperoxyd 129.
 Bleioxyd 128.
 — — chromsaures 178.
 — — essigsaures 189.
 — — kohlsaures 130.
 — — phosphorsaures 130.
 — — salpetersaures 130.
 — — salpetrigsaures 130.
 — — schwefelsaures 130.
 Bleipflaster 384.
 Bleispath 130.
 Bleiweiss 130.
 Bleizucker 189.
 Blicksilber 144.
 Blutlaugensalz 325.
 Blutroth 249.
 Bocksäure 389.
 Bor 57.
 Borax 86.
 Borfluorkalium 81.
 Borsäure 58.
 Brandharz 289 und 296.
 Brandöl 289 und 295.
 Brandsäure 292.
 Brandsilber 144.
 Brantwein 274.
 Brasilienholz 247.
 Braunbleierz 131.
 Braunit 110.
 Braunkohle 287.
 Braunschweiger Grün 138.
 Braunstein 110.
 Brechweinstein 196.
 Bremer Grün 138.
 Brennstahl 118.
 Brenzäpfelsäure 198.
 Brenzcitronensäure 197.
 Brenzgallussäure 201.
 Brenzmekonsäure 199.
 Brenzsäure 290.
 Brenzschleimsäure 368.
 Brenztraubensäure 194.
 Brenzweinsäure 194.
 Brom 39.
 Bromäthyl 337.
 Brombenzoyl 337.
 Bromkalium 80.
 Bromsalicyl 340.
 Bromsäure 41.
 Bromwasserstoffäther 344.
 Bromwasserstoffsäure 60.
 Brucin 208.
 Butterarten 218.
 Butterfett 224.
 Buttersäure 224 und 389.
 Butyrin s. Butterfett.
 Butyrum antimonii 165.
 — — stanni 163.
 Cacaobutter 221.
 Cajeputöl 229.
 Cämentkupfer 134.

- Calcaria sulphurato stibiata 168.
 Calcium 92.
 Calciumhyperoxyd 94.
 Calciumoxychlorid 95.
 Calomel 140.
 Campechenholz 247.
 Campher 231.
 Camphersäure 369.
 Caoutchin 302.
 Caoutchouk 240.
 Caoutchouköl 301.
 Caprinsäure 390.
 Capronsäure 390.
 Caput mortuum vitrioli 49.
 Caramel 216.
 Carbobenzid 337.
 Carminlack 249.
 Carminroth 249.
 Casein 265.
 Castorin 224.
 Castorinsäure 224.
 Cedriret 299.
 Cementstahl 118.
 Cephalot 225.
 Cer 107.
 Cerain 222.
 Cerasin 214.
 Cerebrin 225.
 Cerebrot 225.
 Cerit 107.
 Ceroxyd 109.
 Ceroxydul 108.
 Cetin 224.
 Chamäleon minerale 112.
 Chamillenöl 230.
 Chilisalpeter 84.
 Chinasäure 200.
 Chinagerbsäure 202.
 Chinarinde 208.
 Chinin 208.
 Chinoyl 200.
 Chlor 39.
 Chloracetylsäure 360.
 Chloral 361.
 Chloraluminium 102.
 Chlorammonium 89.
 Chlorbaryum 94.
 Chlorbenzoyl 337.
 Chlorberyllium 104.
 Chlorblei 129.
 Chlorcalcium 94.
 Chlorcerium 108.
 Chlorchrom 177.
 Chlorcyan 328.
 Chloreisen 118.
 Chlorgold 157.
 Chloride 68.
 Chloriridium 134.
 Chlorkalium 80.
 Chlorkalk 96.
 Chlorkadmium 126.
 Chlorkobalt 123.
 Chlorkohlensäureäther 347.
 Chlorkohlenstoff 44.
 Chlorlithium 80.
 Chlormagnesium 99.
 Chlormangan 111.
 Chlormetalle 68.
 Chlormolybdän 174.
 Chlornatrium 80.
 Chlornickel 123.
 Chlorophyll 251.
 Chlorosmium 155.
 Chlorpalladium 150.
 Chlorplatin 151.
 Chlorquecksilber 140.
 Chlorrhodium 152.
 Chlorsäure 41.
 Chlorsalicyl 340.
 Chlorschwefel 44.
 Chlorsilber 147.

- Chlorstickstoff 44.
 Chlorstrontium 94.
 Chlortantal 127.
 Chlortellur 170.
 Chlorthorium 107.
 Chlortitan 171.
 Chlorvanadin 176.
 Chlorwasserstoff 42.
 Chlorwasserstoffäther 343.
 Chlorwismuth 132.
 Chloryttrium 106.
 Chlorzink 126.
 Chlorzinn 161.
 Chlorzirkon 105.
 Cholestearin 224.
 Cholestearinsäure 224.
 Chondrin 366.
 Chrom 176.
 Chromalaun 177.
 Chromchloride 177.
 Chromeisenstein 176.
 Chromgelb 178.
 Chromhyperchlorid 177.
 Chromocker 176.
 Chromoxychlorid 177.
 Chromoxyd 176.
 Chromoxydkali, sauerkleesau-
 res 193.
 Chromoxyd-Kali, schwefel-
 saures 177.
 Chromroth 178.
 Chromsäure 176.
 Chrysin 307.
 Cinchonin 208.
 Citronenäther 349.
 Citronenöl 227.
 Citronensäure 197.
 Citronyl 227.
 Citryl 227.
 Coaks 288.
 Coffein 255.
 Cochenille 249.
 Codein 207.
 Colchicin 211.
 Colcothar 49.
 Colla 366.
 Colophonium 234.
 Columbin 255.
 Copaivabalsam 234.
 Copaivabalsamöl 227.
 Copal 235.
 Corydalin 211.
 Cremor tartari 195.
 Cremor tartari solubilis 195.
 Crocus antimonii 167.
 Crotonöl 221.
 Crotonsäure 389.
 Cyamelid 317.
 Cyan 315.
 Cyanbenzoyl.
 Cyaneisen 323.
 Cyaneisenkalium 315.
 Gyangold 323.
 Cyanilsäure 330.
 Cyankalium 322.
 Cyanmetalle 320.
 Cyanpalladium 323.
 Cyanquecksilber 322.
 Cyansäure 316.
 Cyansäureäther 349.
 Cyansilber 323.
 Cyanwasserstoffäther 346.
 Cyanwasserstoffsäure 319.
 Cyanursäure 317.
 Cyanzink 322.
 Cystin 260.
 Dadyl 228.
 Dammar 237.
 Dammerde 285.
 Daturin 211.
 Delphinin 211.
 Delphinsäure 224 und 389.

Ellagsäure 202.
 Emetin 210.
 Emulsin 258.
 Equisetsäure 197.
 Erden, alkalische 92.
 — — eigentliche 76.
 Erdpech 288.
 Erythrin 248.
 Erythroprotid 391.
 Essigaether 348.
 Essigalkohol 333.
 Essigbilder 278.
 Essiggeist 333 und 188.
 Essignaphtha 348.
 Essigmutter 277.
 Essigsäure 187.
 Euphorbium 239.
 Eupion 297.
 Extractivstoffe 241.
 Extractum Saturni 189.
 Färberröthe 245.
 Fäulniss 270.
 Farben, adjective 244.
 Farben, substantive 244.
 Farbstoffe 243.
 — — blaue 251.
 — — gelbe 250.
 — — grüne 251.
 — — rothe 245.
 Faserstoff 264.
 Faulbrüchig 114.
 Federharz 240.
 Fenchelöl 229.
 Fette 218.
 Fette, thierische 222.
 Fettsäuren 384.
 Fettwachs 285.
 Ferment 272.
 Ferridcyanwasserstoffsäure
 326.
 Fernambukholz 247.

- Ferrocyan 328.
 Ferrocyanwasserstoffsäure 324.
 Feuer 24.
 Fibrin 264.
 Fichtenharz 235 und 293.
 Flamme 309.
 Flechtenstärkmehl 213.
 Flintglas 87.
 Flossen 114.
 Fluor 44.
 Fluoraluminium 103.
 Fluorbor 60.
 Fluorcalcium 95.
 Fluoride 68.
 Fluorkalium 81.
 Fluorkiesel 60.
 Fluorlithium 81.
 Fluornatrium 80.
 Fluorwasserstoffsäure 44.
 Flussmittel 66.
 Flusssäure 44.
 Flussspath 95.
 Formal 363.
 Formyl 362.
 Formylsäure 363.
 Fraueneis 97.
 Frischprocess 114.
 Frischstahl 117.
 Fruchtzucker 216.
 Fumarsäure 198.
 Fuselöl 274.
 Gährung 270.
 — — geistige 272.
 — — saure 277.
 — — schleimige 277.
 — — weinige 272.
 Gänze 114.
 Gahrkupfer 134.
 Gahrmachen 134.
 Galbanum 239.
 Galipot 234.
 Gallenasparagin 260.
 Gallenfarbstoff 255.
 Gallenfett 224.
 Gallenzucker 217.
 Gallerte 366.
 Gallussäure 201.
 Gehirnstearin 225.
 Gelbbleierz 163.
 Gelbholz 250.
 Gentianin 256.
 Gerbsäuren 200.
 Gerstenzucker 216.
 Gewürznelkenöl 230.
 Gibbsit 101.
 Giftkies 120.
 Glättgasse 144.
 Glanzkobalt 123.
 Globulin 265.
 Glycerin 219 und 385.
 Glycerinschwefelsäure 386.
 Glycium 104.
 Glycyrrhizin 217.
 Glockenspeise 162.
 Gluten 261.
 Gold 156.
 Goldamalgam 158.
 Goldoxyd 157.
 Goldoxydul 157.
 Goldpurpur 158.
 Graphit 32.
 Graumanganerz 110.
 Grauspiessglanzerz 163.
 Grünbleierz 131.
 Grünspahn 190.
 Guajak 236.
 Gummi 214.
 Gummigut 239.
 Gummilack 235.
 Gummiresina 238.
 Gummispeck 240.

- Gusseisen 114.
 Gussstahl 118.
 Gypsspath 97.
 Hämatin 249.
 Hämatoxylin 247.
 Hammeltalgfett 223.
 Hammerschlag 117.
 Hanföl 221.
 Harnbenzoësäure 203 und 338.
 Harnoxyd 205.
 Harnsäure 204.
 Harnstoff 258 und 317.
 Harze 232.
 — — flüssige 234.
 — — harte 235.
 Harznaphtha 293.
 Harzthran 293.
 Hausmannit 110.
 Hefe 272.
 Hepar sulphuris volatile 90.
 Heteromorph 3.
 Heveïn 302.
 Hippursäure 203.
 Hircin 223.
 Hircinsäure 389.
 Hirnelain 225.
 Hirnfette 224.
 Hirnstearin 225.
 Hirschhornöl 302.
 Hirschhornsalz 91.
 Hohöfen 113.
 Holzäther 295.
 Holzalkohol 295.
 Holz, bituminöses 287.
 Holzessig 293.
 Holzgeist 294.
 Holzsäure 294.
 Holzspiritus 294.
 Honigstein 287.
 Honigsteinsäure 287.
 Hornbleierz 129.
 Humus 285.
 Humusextract 286.
 Humussäure 285.
 Hyacinth 105.
 Hydrargyrum muriaticum corrosivum 146.
 — — — — mite 140.
 Hydroselensäure 51.
 Hydrothionsäure 51.
 Hydroxalsäure 368..
 Hyoscyamin 217.
 Hyperoxyd 23.
 Javellische Lauge 84.
 Indigblau 252.
 Indigbraun 252.
 Indigblauschwefelsäure 254.
 Indigblauunterschwefelsäure 254.
 Indiglein 252.
 Indigo 252.
 Indigo, reducirter 254.
 Indigpurpur 254.
 Indigroth 252.
 Indigsäure 379.
 Indigsalpetersäure 379.
 Inulin 219.
 Jod 39.
 Jodbenzoyl 337.
 Jodkalium 80.
 Jodnatrium 80.
 Jodsäure 41.
 Jodsalicyl 340.
 Jodwasserstoffsäure 344.
 Iridium 152.
 Iridiumchloride 154.
 Iridiumoxyde 153.
 Isäthionsäure 356.
 Isomerie 3.
 Isomorphismus 17.
 Judenpech 238.

- Käsestoff** 265.
Kadmium 124.
Kadmiumoxyd 126.
 — — kohlensaures 127.
 — — schwefelsaures 127.
Kali 79.
 — chlorsaures 84.
 — chromsaures 177.
 — essigsaures 188.
 — iodsaures 84.
 — kieselsaures 87.
 — kohlensaures 82.
 — mangansaures 112.
Kali-Natron, weinsaures 195.
 — salpetersaures 83.
 — sauerkleesaures 193.
Kalischwefelleber 81.
Kali, schwefelsaures 84.
Kali, überchlorsaures 84.
 — übermangansaures 112.
Kalium 78.
Kaliumeisencyanid 327.
Kaliumeisencyanür 325.
Kali, unterchlorigsaures 84.
Kali, weinsaures 195.
Kalk 93.
 — arsensaurer 98.
 — essigsaurer 189.
 — kohlensaurer 96.
 — salpetersaurer 95.
 — schwefelsaurer 96.
Kalkspath 96.
Kalkstein 96.
Kalk, phosphorsaurer 97.
 — unterchlorigsaurer 96.
Kaltbrüchig 114.
Kanonmetall 162.
Kapnomor 299.
Katzenaugenharz 237.
Kermes 166.
Kiehnstock 145.
Kienöl 301.
Kienrus 309.
Kiesel 57.
Kieselfluorkalium 81.
Kieselfluorwasserstoffsäure 60.
Kieselsäure 59.
Kleber 261.
Kleister 213.
Knallgold 158.
Knallsäure 318.
Knallsilber 148.
Knochenleim 366.
Knorpelleim 366.
Kobalt 121.
Kobaltbeschlag 124.
Kobalthyperoxyd 123.
Kobaltoxyd 121.
 — — arsenigsaures 124.
 — — arsensaures 124.
 — — kohlensaures 123.
Kobaltspeise 123.
Körnerlack 235.
Körper, organische 179.
Kohle 32 und 303.
Kohlenlösch 306.
Kohlenstickstoffsäure 376.
Kohlenoxyd 33.
Kohlensäure 33.
Kohlensäureäther 347.
Kohlenstoff 31.
Kohlenstoffeisen 117.
Kohlenstoffmetalle 67.
Kohlenwasserstoff 34.
Komensäure 199.
Korksäure 369 und 388.
Korkstoff 261.
Kornöl 276.
Krapp 245.
Krappbraun 245.

- Krappgelb 245.
 Krapporange 246.
 Krapppurpur 245.
 Krapproth 245.
 Kreide 96.
 Kreosot 297.
 Krümelzucker 216.
 Kryolith 102.
 Krystallin 265.
 Krystallglas 88.
 Kuhsäure 224 und 390.
 Küpe 254.
 Kupfer 134.
 Kupferglanz 136.
 Kupferhyperoxyd 136.
 Kupferindig 136.
 Kupferkies 119.
 Kupfernickel 123.
 Kupferoxyd 135.
 — — arsenigsaures 139.
 — — essigsaures 190.
 — — kieselsaures 138.
 — — kohlensaures 137.
 — — salpetersaures 138.
 — — schwefelsaures 138.
 Kupferoxydul 135.
 Kupferschwärze 135.
 Kupferstein 134.
 Kyanol 301.
 Lackmus 251.
 Lackstoff 236.
 Lampensäure 360.
 Lanthan 107.
 Lanthanhyperoxyd 108.
 Lanthanoxyd 107.
 — — schwefelsaures 108.
 Lasurerz 137.
 Lavendelöl 29.
 Leberkies 120.
 Legirungen 72.
 Leim 366.
 Leinöl 221.
 Leucin 391.
 Leucinsalpetersäure 391.
 Leukol 301.
 Lignite 287.
 Lipinsäure 388.
 Liquor C. C. succinatus 203.
 Liquor Mindereri 189.
 Liquor silicum 87.
 Lithion 79.
 — kohlensaures 82.
 — schwefelsaures 85.
 Lithium 78.
 Löffelkrautöl 227.
 Lorbeeröl 221.
 Luft, atmosphärische 35.
 Lustgas 36.
 Luteolin 250.
 Magisterium Bismuthi 132.
 Magnesia 98.
 — — alba 99.
 — — usta 98.
 Magnesit 99.
 Magnesium 98.
 Magneteisenstein 117.
 Magnetkies 120.
 Malachit 138.
 Mandelöl 221.
 Mandelsäure 338.
 Mangan 109.
 Manganalaun 112.
 Manganglanz 112.
 Manganhyperoxyd 110.
 Manganit 110.
 Mangankiesel 112.
 Manganoxyd 110.
 — — schwefelsaures 112.
 Manganoxydoxydul 110.
 Manganoxydul 109.
 — — kohlensaures 112.

- Manganoxydul schwefelsaures 112.
 Mangansäure 111.
 Manganspath 112.
 Mannazucker 217.
 Mannit 217.
 Margarin 221.
 Margarinsäure 287.
 Markfaserstoff 261.
 Marmor 96.
 Mastix 236.
 Meccabalsam 234.
 Meiler 305.
 Mekonin 256.
 Mekonsäure 199.
 Melam 331.
 Melamin 331.
 Melasse 315.
 Mellon 330.
 Mellonkalium 331.
 Mellonwasserstoff 300.
 Mennige 129.
 Mercaptan 345.
 Mercurius dulcis 140.
 — — präcipitatus albus 141.
 — — — — ruber 140.
 — — solubilis Hahnemanni 143.
 — — sublimatus corrosivus 141.
 Messing 137 und 157.
 Mesit 333 und 294.
 Mesoxalsäure 371.
 Metagallussäure 202.
 Metaldehyd 359.
 Metalle 60.
 — edle 77.
 — electronegative 78.
 — leichte 75.
 — schwere 77.
- Metalle unedle 77.
 Metaphosphorsäure 56.
 Methyl 361.
 Methyloxyd 361.
 Milchsäfte der Pflanzen 238.
 Milchsäure 191.
 Milchzucker 217.
 Milchzuckersäure 368.
 Mineralgrün 138.
 Mischungsgewicht 6.
 Moderstoff 286.
 Mohnöl 221.
 Mohnsäure 199.
 Molybdän 143.
 Molybdänoxyd 174.
 Molybdänoxydul 173.
 Molybdänsäure 174.
 Mordans 244.
 Morphinum 207.
 Moschus, künstlicher 302.
 Mucin 261.
 Murexan 375.
 Murexid 374.
 Musivgold 162.
 Muskatbutter 221.
 Muskatnussöl 230.
 Myelokonis 225.
 Mykomelinsäure 371.
 Myristicin 230.
 Myrrhe 239.
 Naphtha 231.
 Naphthalin 300.
 Naphthalinsäure 301.
 Naphthen 343 und 346.
 Narcein 256.
 Narkotin 207.
 Natrium 78.
 Natron 79.
 — borsaaures 86.
 — chlorsaaures 81.
 — essigsaaures 188.

- Natron, iodsaures 84.
 — kieselsaures 87.
 — kohlensaures 83.
 — phosphorsaures 85.
 — salpetersaures 84.
 — schwefelsaures 85.
 Nelkenöl 227.
 Neusilber 137.
 Nickel 121.
 Nickelblüthe 124.
 Nickelhyperoxyd 122.
 Nickelkupfer 137.
 Nickelocker 124.
 Nickeloxyd 121.
 Nicotin 211.
 Niederschlagsarbeit 128.
 Nitrobenzid 336.
 Nitrum cubicum 84.
 Nitrum flammans 91.
 Nitrum prismaticum 83.
 Oelbildendes Gas 34.
 Oele, eintrocknende 220.
 — fette 218.
 — flüchtige 235.
 Oelsäure 387.
 Oelstoff 221.
 Oenanthsäure 276 und 388.
 Oenanthsäureäther 276.
 Oenyl 333.
 Oelzucker 385.
 Oleum animale äthereum 303.
 — — — Dippelii 303.
 — — — empyreumaticum 302.
 — cornu cervi foetidum
 — macidis 230.
 — Neroli 229.
 — siticum 276.
 — succini 302.
 Olibanum 239.
 Olivenöl 221.
 Operment 57.
 Opermentküpe 254.
 Opium 207.
 Opobalsamum 234.
 Orleans 251.
 Orseille 248.
 Osmium 154.
 Osmiumoxyde 155.
 Oxaläther 348.
 Oxalsäure 191.
 Oxalursäure 372.
 Oxamethan 352.
 Oxamid 193.
 Oxychloride 68.
 Oxyde 23.
 Oxysulphuride 69.
 Oxydul 23.
 Packfong 137.
 Palladium 149.
 Palmöl 221.
 Parabansäure 370.
 Paraffin 296.
 Paralipinsäure 388.
 Paranaphthalin 301.
 Paraphosphorsäure 56.
 Pariserblau 324.
 Pectin 214.
 Perubalsam 235.
 Petroleum 231.
 Peucyl 228.
 Pflanzenbasen 205.
 Pflanzenfaserstoff 260.
 Pflanzenleim 261.
 Pflanzenschleim 214.
 Pharmakolith 98.
 Phlogistisiren 23.
 Phlogiston 23.
 Phlorrhizin 257.
 Phocänin 224.
 Phocänsäure 389.
 Phönicin 254.

- Phosphor 51.
 Phosphoreisen 120.
 Phosphormetalle 71.
 Phosphoroxyd, rothes 52.
 Phosphorsäure 54.
 Phosphorwasserstoff 56.
 Phytocolla 261.
 Picamar 298.
 Pigmente 243.
 Pimelinsäure 388.
 Pikrin 376 und 253.
 Pikrinsalpetersäure 376.
 Pikromel 217.
 Pinschbek 137.
 Piotinsäure 387.
 Pittakall 300.
 Platin 150.
 Platinmohr 150.
 Platinsalmiak 151.
 Platinschwamm 150.
 Platinschwarz 150.
 Pollenin 261.
 Polymer 8.
 Polymorph 3.
 Pomeranzenblüthöl 229.
 Populin 237.
 Präcipitat, rother 141.
 — — weisser 141.
 Principium dulce oleorum 385.
 Protein 262.
 Protid 391.
 Prussin 327.
 Pseudoäpfelsäure 368.
 Pulvis Marcasittae 132.
 Purpursäure 375.
 Pyrin 301.
 Pyrogallussäure 202.
 Pyrolusit 110.
 Pyromekonsäure 199.
 Pyrrhol 301.
 Quandel 305.
 Quarz 59.
 Quecksilber 139.
 Quecksilberbromid 141.
 — — bromür 141.
 — — chlorid 141.
 — — chlorür 140.
 Quecksilberhornerz 141.
 Quecksilberiodid 142.
 — — iodür 142.
 — — mercaptid 346.
 Quecksilberoxyd 140.
 — — salpetersaures 143.
 — — schwefelsaures 144.
 Quecksilberoxydul 139.
 — — chromsaures 178.
 — — knallsaures 319.
 — — salpetersaures 143.
 Quecksilbersulphid 142.
 Quellsäure 286.
 Quellsatzsäure 286.
 Quercitron 250.
 Radical, anorganisches 27.
 Radical, organisches 182 und 311.
 Rauschgelb 57.
 Realgar 57.
 Reaumürsches Glas 88.
 Regulus 66.
 Resinein 293.
 Resinon 232.
 Retinit 287.
 Retinol 293.
 Retisterin 293.
 Rhodium 151.
 Ricinusöl 221.
 Ricinusölsäure 388.
 Ricinussäure 388.
 Ricinustalgsäure 388.
 Roheisen 114.
 Rohkupfer 134.
 Rohschwefel 45.

- Rohstahl 117.
 Rohrzucker 215.
 Rohzucker 215.
 Rosenöl 229.
 Rosenstearopten 230.
 Rosettekupfer 134.
 Rothbleierz, gewöhnliches 176.
 — — von Ximapan 175.
 Rothbrüchig 114.
 Rothkupfererz 135.
 Rothspiessglanzerz 167.
 Rubin 101.
 Rüböl 221.
 Rus 309.
 Rutil 170.
 Sabadillin 209.
 Sabadillsäure 389.
 Saccharum Saturni 189.
 Safflor 247.
 Saffran 251.
 Saftgrün 251.
 Saigergasse 145.
 Sal acetosellae 193.
 Salicin 257.
 Salicyl 340.
 Salicylsäure 340.
 Salicylwasserstoff 340.
 Salmiak 89.
 Salpeter 83.
 Salpeteräther 346.
 Salpetersäure 37.
 — — rauchende 38.
 — — salpetrige 38.
 Sal polychrestus Seignette 495.
 Salz 26.
 Salzäther 343.
 Salzsäure 42.
 Sandarach 237.
 Sandelholz 248.
 Sandkohle 288.
 Saphir 101.
 Säure 28.
 — acetylige 360.
 — antimonige 164.
 — arsenige 53.
 — chlorige 41.
 — erythrische 370.
 — harnige 205.
 — hydrothionige 50.
 — iodige 41.
 — piotinige 387.
 Säuren, organische 185.
 Säure, phosphatische 53.
 — phosphorige 53.
 — salicylige 340.
 — salpetrige 36.
 — schweflige 47.
 — selenige 47.
 — unteracetylige 358.
 — unterchlorige 41.
 — unterphosphorige 53.
 — unterschweiflige 56.
 Sauerkleesäure 191.
 Sauerkleesalz 193,
 Sauerstoff 22.
 Sauerstoffäther 358 und 360.
 Sättigungscapacität 9.
 Sassolin 58.
 Scammonium 239.
 Scheele'sches Grün 139.
 — — Süß 385.
 Schellack 235.
 Scheidung in die Quart 158.
 Schleim 266.
 Schleimharze 238.
 Schleimsäure 368.
 Schleimzucker 217.
 Schlippe'sches Salz 168.
 Schnellessigfabrikation 278.
 Schnellloth 162.
 Schwammstoff 261.
 Schwammzucker 217.

- Schwarzkohle 287.
 Schwarzkupfer 134.
 Schwefel 165.
 Schwefeläthyl 344.
 Schwefelammonium 90.
 Schwefelantimon 165.
 Schwefelarsen 157.
 Schwefelbaryum 95.
 Schwefelbenzoyl 338.
 Schwefelblausäure 329.
 Schwefelblei 130.
 Schwefelblumen 45.
 Schwefelcalcium 95.
 Schwefelcyan 328.
 Schwefelcyankalium 330.
 Schwefelcyanwasserstoff 329.
 Schwefeleisen 119.
 Schwefelkalium 81.
 Schwefelkies 119.
 Schwefelkobalt 123.
 Schwefelkohlenstoff 51.
 Schwefelkupfer 136.
 Schwefelleber 70.
 Schwefelmagnesium 99.
 Schwefelmangan 112.
 Schwefelmetalle 51 und 69.
 Schwefelmilch 47.
 Schwefelnatrium 82.
 Schwefelnickel 123.
 Schwefelquecksilber 152.
 Schwefelsäure 48.
 Schwefelsalze 70.
 Schwefelsilber 147.
 Schwefelwasserstoff 50.
 Schwefelwasserstoffäther 344.
 Schwefelwasserstoffammoniak 90.
 Schwefelwismuth 132.
 Schwefelzink 126.
 Schwefelzinn 161.
 Schwerspath 96.
 Seife 384.
 Seignettesalz 195.
 Selen 45.
 Selenmetalle 51 und 71.
 Selensäure 48.
 Senföl 227 und 231.
 Silber 144.
 Silberblick 144.
 Silberglanz 147.
 Silberglaserz 147.
 Silberhornerz 147.
 Silberhyperoxyd 146.
 Silberoxyd 146.
 Silberoxyd-Ammoniak 148.
 Silberoxyd, knallsaures 319.
 — — salpetersaures 148.
 — — schwefelsaures 148.
 Silberoxydul 146.
 Silicium 57.
 Sinterkohle 288.
 Skorodit 121.
 Smalte 124.
 Smaragd 104.
 Soda 83.
 Salanin 210.
 Sordawalit 101.
 Spargelstein 97.
 Speerkies 119.
 Speisskobalt 123.
 Sperma ceti 224.
 Spiegelmetall 162.
 Spiessglanz 163.
 Spiessglanzasche 164.
 Spiessglanzglas 167.
 Spiessglanzleber 167.
 Spiessglanzocker 164.
 Spiessglanzsaffran 167.
 Spiritus acetico-aethereus 348.
 — anodynus vegetabilis 348.
 — fumans Libavii 161.

- Spiritus nitrico aethereus 347.
 — nitri dulcis 347.
 — salis ammoniaci causticus 89.
 Spiroylwasserstoff 340.
 Spratzen 146.
 Stabeisen 114.
 Stärkmehl 212.
 Stärkmehlgummi 365.
 Stahl 117.
 Stangenschwefel 45.
 Stanniol 159.
 Stearine 221.
 Stearinsäure 386.
 Stearoconnot 225.
 Stearopten 226.
 Steinkohlen 287.
 Steinkohlentheeröl 302.
 Steinöl 231.
 Stickstoff 35.
 Stinkasant 238.
 Stickstoffoxyd 36.
 Stickstoffoxydul 36.
 Stöchiometrie 4.
 Stocklack 235.
 Storax, flüssiger 235.
 Strontian 93.
 Strontian, kohlensaurer 96.
 — — salpetersaurer 95.
 — — schwefelsaurer 97.
 Strontium 93.
 Strontiumhyperoxyd 94.
 Strychnin 208.
 Sublimat, ätzender 141.
 Succinum 237.
 Sulphobenzid 336.
 Sulphur antimonii auratum 167.
 Sumpfluft 34.
 Superoxyd 23.
 Synaptase 262.
 Tafellack 235.
 Talg 218.
 Talgsäure 386.
 Talgstoff 223.
 Talkerde 98.
 — — borsaure 101.
 — — essigsäure 189.
 — — kohlenaure 99.
 — — phosphorsaure 100.
 — — salpetersäure 100.
 — — schwefelsäure 100.
 Tantal 171.
 — chlorid 172.
 — oxyd 172.
 — säure 172.
 Tartarus ammoniatus 195.
 — — boraxatus 195.
 — — crudus 195.
 — — emeticus 196.
 — — martialis 196.
 — — natronatus 195.
 — — solubilis 195.
 — — stibiatus 196.
 — — tartarisatus 195.
 — — vitriolatus 85.
 Tartrelsäure 194.
 Tartrylsäure 194.
 Taurin 260.
 Tellersilber 145.
 Tellur 168.
 Telluroxyd 169.
 Tellursäure 170.
 Tellurwasserstoff 170.
 Tellurwismuth 169.
 Terra foliata tartari 188.
 — — — — crystal-
 — — — — lisabilis 188.
 — — — — japonica 202.
 Terpenthin 228.
 Terpenthinöl 227.
 Testheerd 144.

- Theer 295.
 Theein 255.
 Theorie, atomistische 9.
 — — electrochemische 18.
 Thialöl 346.
 Thierfaserstoff 264.
 Thierschleim 265.
 Thionursäure 372.
 Thionurschwefelsäure 107.
 Thonerde 101.
 Thorerde 107.
 Thorid 107.
 Thorium 106.
 Thranfett 224.
 Thronasalz 83.
 Titan 170.
 Titaneisen 170.
 Titansäure 171.
 Tischlerleim 366.
 Tollkirschöl 221.
 Tombak 137.
 Topas 202.
 Traubensäure 196.
 Traubenzucker 216.
 Triyl 292.
 Turnbull's Blau 324.
 Turpethum minerale 144.
 — — nitricum 144.
 Tusche, chinesische 300.
 Ueberchlorsäure 42.
 Ueberiodsäure 42.
 Uebermangansäure 101.
 Umbra 287.
 Unterpiotinsäure 387.
 Untersalpetersäure 38.
 Unterschwefelsäure 48.
 Uramil 373.
 Uramilsäure 373.
 Uran 133.
 Uranocker 133.
 Uranoxyde 133.
 Urethan 347.
 Urilsäure 370.
 Urinküpe 254.
 Vanadin 175.
 Vanadinoxyde 175.
 Veratrin 209.
 Verbrennung 23.
 Verbrennung, unvollkommene 308.
 Verbrennungsunterhalter 27.
 Vercoaken 307.
 Verkohlung des Holzes 305.
 Vermoderung 271.
 Verseifung 382.
 Verwandtschaft 2.
 Verwesung 271.
 Vitriol, blauer 138.
 Vitriolbleierz 130.
 Vitriol, grüner 120.
 Vitriolküpe 254.
 Vitriolöl 49.
 Vitriol, weisser 127.
 Volumentheorie 12.
 Wachs 221.
 Wacholderbeeröl 227.
 Wärmecapacität 16.
 Wahlverwandtschaft 3.
 Wallnussöl 221.
 Wallrathfett 224.
 Wasser 30.
 Wasserblei 173.
 Wasserglas 87.
 Wasserstoff 29.
 Wasserstoffeisencyanür 324.
 Wasserstoffhyperoxyd 31.
 Wawellit 104.
 Weichharze 232.
 Weihrauch 239.
 Wein 274.
 Weinöl 357.
 Weinölkampher 358.

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| Weinoxalsäure 352. | Xyloidin 376. |
| Weinphosphorsäure 351. | Yttererde 106. |
| Weinsäure 193. | Yttrium 106. |
| Weinschwefelsäure 350. | Yttrocerit 109. |
| Weinstein 195. | Ziegensäure 224 und 390. |
| Weissbleierz 130. | Zimmtöl 231. |
| Weisskupfer 131. | Zink 124. |
| Weissspiessglanzerz 163. | Zinkblende 126. |
| Welter's Bitter 376. | Zinkhyperoxyd 126. |
| Wetter, schlagende 34. | Zinkkupfer 137. |
| Wismuth 131. | Zinkoxyd 125. |
| Wismuthglanz 132. | — — kieselsaures 127. |
| Wismuthoxyde 131. | — — kohlsaures 127. |
| Wismuthoxyd, salpetersaures 132. | — — schwefelsaures 127. |
| Witherit 96. | Zinkspath 127. |
| Wolfram 172. | Zinn 158. |
| Wolframoxyde 173. | Zinnchloride 161. |
| Würfelerz 121. | Zinnkies 158. |
| Würfelsalpeter 84. | Zinnoxide 159. |
| Wurzelsüss 217. | Zinnober 139. |
| Xanthicoxyd 205. | Zinnstein 160. |
| Xanthin 246. | Zirkon 105. |
| Xanthogensäure 353. | Zirkonerde 105. |
| Xanthoproteinsäure 376. | Zucker 215. |
| | Zuckersäure 368. |

Bei F. Volkmar in Leipzig sind folgende medicinische Werke erschienen, deren Werth und praktische Brauchbarkeit allgemein Anerkennung fand.

Handbuch der Anatomie des Menschen, mit Berücksichtigung der Physiologie und chirurgischen Anatomie von Dr. u. Prof. C. E. Bock. 2te durchweg vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. 2 Bände, broch. Preis 4 Thlr.

Dieses anatomische Handbuch, worüber sich schon mehrere in der Wissenschaft hoch stehende Männer lobend ausgesprochen haben, ist bereits in verschiedenen Recensionen (Schmid's Jahrbücher Bd. 20 S. 236, Kleinert's Repertorium 1838 Octbr. Heft, Summarium der Medicin Neue F. Band 9 Heft 1, Nr. 23.), in welchen es den besten Handbüchern der Anatomie zur Seite gesetzt, seiner praktischen Brauchbarkeit wegen selbst vorgezogen wurde, aufs ehrenvollste anerkannt. Vor allen übrigen Handbüchern zeichnet sich das obige dadurch aus, dass es sowohl wegen seines verschiedenartigen Drucks und der hervortretenden Rubrizirung eine das Studium der Anatomie bedeutend erleichternde Uebersicht gewährt, als dass es letztere auch insofern interessanter macht, als mit der Beschreibung der einzelnen Organe auch die nöthige nach den neuesten Schriften bearbeitete, ausführliche Physiologie verbunden ist. Ausserdem findet man hierin alle bis jetzt in der allgemeinen und speciellen Anatomie gemachten Entdeckungen, kurz, aber deutlich wieder gegeben und in einem Anhang sind die Gegenden des menschlichen Körpers so wie die in demselben befindlichen Theile vollständig beleuchtet. — Studirenden, Wundärzten und Aerzten dürfte mit dem Obigen ein gleich brauchbares Handbuch geboten werden.

Kaum war, nachdem die 1te Auflage ausgegeben war, ein Jahr verflossen, als die 2te erschien. Dieser Erfolg giebt das beste Zeugniß vom Werthe jenes Buchs. Entsprach schon die erste Auflage allen Wünschen des Publikums, so wird die jetzige noch mehr ihren Zweck erreichen, indem der Herr Autor mit unermüdetem, seltenem Fleisse danach strebte, durch grössere Reichhaltigkeit, Klarheit und Anordnung, nicht allein die frühere günstige Mei-

nung zu rechtfertigen, sondern selbst zu erhöhen, und den Beweis zu liefern dass er die bisherige Aufnahme mit Dank erkenne und sie zu erhalten wisse.

Von demselben Autor erschien:

Anatomisches Taschenbuch, enthaltend die **Anatomie des Menschen** systematisch im ausführlichen und übersichtlichen Auszuge zur schnellern und leichtern Repetition bearbeitet von Prof. Dr. C. E. Bock, broch. Preis 1 Thlr. 8 Gr., in Leinewad geb. 1 Thlr. 11 Gr.

Der Herr Verfasser sagt in der Vorrede, und der Verleger glaubt den Standpunkt des Buchs am besten zu bezeichnen, wenn er wörtlich daraus hervorhebt: Aus Erfahrung, die ich an mir selbst und meinen Zuhörern gemacht habe, weiss ich, dass, nachdem grössere Lehr- oder Handbücher zur ersten Erlernung der Anatomie benutzt worden waren, kurz gefasste und leicht übersichtliche, trotz dem alles Wichtige berührende anatomische Excerpte zur Repetition von nicht geringem Nutzen sind. Da ich nun übrigens glaube, dass durch eine solche kurze Bearbeitung der Wissenschaft nicht geschadet, wohl aber den Herren Studierenden, vielleicht auch den Herren Aerzten genützt werden kann, so wage ich es, dieses kurze anatomische Lehrbuch in Taschenformat in die Welt zu schicken. Ich arbeitete es nach den neuern Handbüchern, vorzüglich aber nach meinem grössern Handbuche der Anatomie aus, welches, wie die Recensionen, der Absatz und die Uebertragung ins Dänische darthun, sich nicht unbrauchbar zum Studium erwiesen hat.

Im Laufe dieses Jahres erscheint:

Prof. Dr. C. E. Bock. Anatomischer Atlas, mit illuminirten Kupfern und erklärendem Text, gr. 8. etwa 5 Lieferungen deren jede 4 Kupfer und einige Bogen Text enthält.

Die 1te Lieferung so wie der ausführliche Prospectus von diesem Werke, ist medio Juny d. J. in allen Buchhandlungen zu finden.

Die Normalgaben der Arzneimittel, zum Gebrauche für praktische Aerzte und Kliniker übersichtlich dargestellt von Dr. M. Schreiber, kl. 8. broch. 16 Gr.

Die bei den verschiedenen medizinischen Autoritäten oft zu unbestimmt und abweichend angegebenen Arzneigaben hat der Verfasser in obiger Schrift auf feste Normalverhältnisse basirt, (die allgemeine und specielle Gabenlehre in der Norm bestimmt) und damit dem medicinischen Publikum, insbesondere aber den angehenden Praktikern ein wesentliches Erleichterungsmittel geboten.

Durch des Verfassers gewissenhafte Zusammenstellung der besten Autoritäten, mit gleichzeitiger Benutzung der neuesten hierher gehörigen Erfahrungen, so wie durch die zweckmässigste, die Uebersicht erleichternde Druckeinrichtung, sind wir überzeugt, dass was Bequemlichkeit und Brauchbarkeit anbelangt, obige Schrift durchaus ihrem Zwecke entspricht.

Ausser dem oben Angeführten findet man darin eine vergleichende Uebersicht der Arznei-Gewichte und Maasse in den verschiedenen Ländern Europas, und in dem leicht überschaulich geordneten speciellen Theile auch die nöthigen pharmaceutischen Bemerkungen nebst Angabe der Arzneitaxe so wie überhaupt alle Notizen die bei der Gabenbestimmung mehr oder weniger in Betracht kommen.

Ohm, vollständiges Lehrbuch des gesammten mathematischen Unterrichts in 2 Bänden. Zum Gebrauche für die obern Klassen der Gymnasien, für höhere Lehranstalten, so wie zum Selbstunterrichte, bearbeitet und mit vielen Uebungsbeispielen versehen. gr. 8. 4 Thlr. 6 Gr.

Von Seiten des Verlegers bedarf es hier keiner weiteren Anpreisung.

Lehmann, Carl Gotthelf,

Vollständiges Taschenbuch der theoretischen Chemie zur schnellen
Uebersicht und leichten Repetition bearbeitet

Leipzig 1840

Bamberg, Staatsbibliothek -- Ch.o.115-c
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11438114-0